COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-SEIZIÈME.

JANVIER — JUIN 1883.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1883

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1883.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✵).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✵).
BOUQUET (Jean-Claude) ✵.
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) (O. ✵).
ROLLAND (Eugène) (G. O. ✵).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✵).
RESAL (Henry-Amé) ✵.
BRESSE (Jacques-Antoine-Charles) (O. ✵).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✵).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✵).
LOEWY (Maurice) (O. ✵).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✵).
TISSERAND (François-Félix) ✵.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) O. ✵.
PERRIER (Colonel François) (O ✵).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✻).
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (G. O. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) ✻.
FRIEDEL (Charles) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (O. ✻).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
Peligot (Eugène-Melchior) (C. ✻).
Thenard (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
Bouley (Henri-Marie) (C. ✻).
Mangon (Charles-François-Hervé) (C. ✻).
Schloesing (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Edwards (Henri-Milne) (C. ✻).
Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (C. ✻).
Blanchard (Charles-Émile) (O. ✻).
Robin (Charles-Philippe) ✻.
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) (O. ✻).
Edwards (Alphonse-Milne) ✻.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Cloquet (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
Sédillot (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
Gosselin (Athanase-Léon) (C. ✻).
Vulpian (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
Marey (Étienne-Jules) ✻.
Bert (Paul).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

Dumas (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) (O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis-Chrétien) (G. O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✻), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻).

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✻, à Berlin.
SPOTTISWOODE (William) (O. ✻), à Londres.
BRIOSCHI (François), à Milan.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
OPPOLZER (Théodore D') (O. ✻), à Vienne.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren) (C. ✻), à Londres.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
SABINE (Général Edward), à Londres.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik Baron), à Stockholm.
CIALDI (Alexandre), à Rome.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ☼), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert) (C. ☼), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ☼), à Bordeaux.
LALLEMAND (Étienne-Alexandre) ☼, à Poitiers.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ☼, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) ☼, à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ☼, à Bruxelles.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard) ☼, à Berne.
LORY (Charles) ☼, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ☼, à Châtillon-sur-Seine.
SMITH (J. Lawrence) ☼, à Louisville (Kentucky).
ABICH (Guillaume-Germain), à Vienne.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
SELLA (Quintino), à Rome.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✻, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
HEER (Oswald), à Zurich.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).
GASPAIRN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rudolph de), à Berlin.
Bouisson (Étienne-Frédéric) (O. ✵), à Montpellier.
Ollier (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✵), à Lyon.
Tholozan (Joseph-Désiré) (O. ✵), à Téhéran.
Chauveau (Jean-Baptiste-Auguste) ✵, à Lyon.
Donders (François-Corneille), à Utrecht.
Palasciano (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Becquerel (Edm).
H.-Milne Edwards.
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1882.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1883, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Rolland	obtient	35	suffrages,
M. Dupuy de Lôme	»	7	»
M. Phillips	»	6	»
M. Jurien de la Gravière	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Rolland**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1883.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1883, et qui doivent être choisis, l'un dans les

Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **H.-Milne Edwards** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de cette Commission.

Conformément au règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Jamin** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er *janvier* 1883.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le tome XCII (1er semestre 1881) et le tome XCIII (2e semestre 1881) ont paru avec leur table.

Les numéros de l'année 1882 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XLII est complètement achevé et livré au brocheur; il pourra être mis en distribution dans quelques jours. Ce volume contient trois Mémoires de MM. Becquerel sur la température à la surface du sol et de la terre à 36m de profondeur; l'histoire de la *Laura Gerardiæ* de M. de Lacaze-Duthiers et le Mémoire de M. Chevreul sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation.

Documents relatifs au passage de Vénus. — Le tome III de cette collection a été divisé en trois Parties, afin de n'en pas retarder l'achèvement.

La première Partie a paru au mois d'août; elle renferme les Mémoires de MM. Bouquet de la Grye et Hatt sur les travaux effectués à l'île Campbell.

La deuxième Partie est en cours d'impression.

La troisième Partie a été mise en distribution ces jours derniers. Publiée sous la direction de MM. Fizeau et A. Cornu, elle contient les mesures micrométriques des épreuves photographiques.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII, réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau, sur l'établissement des arches de pont, a actuellement vingt-sept feuilles tirées; la composition continue.

Le Tome XLIV ne renferme jusqu'ici qu'un seul Mémoire, formant sept feuilles, qui sont tirées. Ce Mémoire fait suite aux recherches de MM. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^m de profondeur.

Documents relatifs au passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome III, celle qui doit clore la série des résultats obtenus en 1874, est actuellement sous presse. Elle contient les travaux de Botanique, d'Anatomie et de Géologie de M. H. Filhol, attaché à la mission de l'île Campbell. Les Planches de ce Mémoire sont presque terminées.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXVII a soixante et onze feuilles tirées. Le Mémoire n° 1, sur le rabotage des métaux, par M. Tresca, forme vingt-quatre feuilles; le Mémoire n° 2, sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, par M. G. Darboux, forme trente et une feuilles; le Mémoire n° 3, sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, par M. Lucas, forme deux feuilles; le Mémoire n° 4, intitulé : « Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant, eu égard aux résistances passives », par M. Haton de la Goupillière, forme quatre feuilles; le Mémoire n° 5, sur le mode de formation de divers minéraux météoritiques, par M. S. Meunier, forme quatre feuilles; le Mémoire n° 6, sur l'application des surfaces les unes sur les autres, par M. Codazzi, forme six feuilles. Le Volume sera terminé par le Mémoire de M. Stephanos, sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne. Ce travail formera environ quinze feuilles, dont les quatre premières sont tirées. La fin du Mémoire est en placards.

Le Tome XXVIII a cinquante-cinq feuilles tirées. Le Mémoire n° 1, sur la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables, par M. Halphen, forme trente-huit feuilles; le Mémoire n° 2, intitulé : « Expériences sur le réservoir du Furens », par M. Graeff, forme douze feuilles; il est accompagné de dix Planches; le Mémoire n° 3, sur les matières albuminoïdes, par M. Béchamp, formera environ vingt-cinq feuilles. Les dix premières sont tirées, l'impression se continue jusqu'au 56ᵉ pla-

card; le Mémoire n° 4, sur la trière athénienne, par M. le contre-amiral Serre, forme cinq feuilles, qui sont tirées, avec les deux Planches qui l'accompagnent.

Ce volume sera terminé par l'adjonction du Mémoire de M. Haton de la Goupillière, intitulé : « Problème inverse des brachistochrones »; il formera environ six feuilles.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1882.

Membres décédés.

Section d'Astronomie : M. **Liouville**, le 8 septembre.

Section d'Economie rurale : M. **Decaisne**, le 8 février.

Académicien libre : M. **Bussy**, le 1er février.

Associé étranger : M. **Wöhler**, à Göttingue, le 23 septembre.

Membres élus.

Section de Minéralogie : M. **Gaudry**, le 16 janvier, en remplacement de M. Henri Sainte-Claire Deville.

Section d'Economie rurale : M. **Schlœsing**, le 12 juin, en remplacement de M. Decaisne.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Paul Bert**, le 3 avril, en remplacement de M. Bouillaud.

Académicien libre : M. **de Freycinet**, le 8 mai, en remplacement de M. Bussy.

Associé étranger : M. **Bunsen**, à Heidelberg, le 26 décembre, en remplacement de M. Wöhler.

Membre à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Liouville**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1882.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **Plantamour**, à Genève, le 7 septembre 1882.

Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, le   août 1882.

Section de Physique : M. **Billet**, à Dijon, le 27 janvier 1882.

Section de Botanique : M. **Darwin**, à Down, Bekenham, le 19 avril 1882.

Section d'Economie rurale : M. **Cornalia**, à Milan, le 7 juin 1882.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Schwann**, à Liège, le 21 janvier 1882.

Correspondant élu Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, le 26 décembre 1882.

Correspondants élus.

Section de Physique : M. **Lallemand**, à Poitiers, le 26 juin, en remplacement de M. Billet, décédé.

Section d'Economie rurale : M. **Demontzey**, à Aix, en remplacement de M. Is. Pierre, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Plantamour**, à Genève, décédé le 7 septembre 1882.

Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, décédé le   août 1882.

Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, élu Associé étranger, le 26 décembre 1882.

Section de Botanique : M. **Darwin**, à Down, Bekenham, décédé le 19 avril 1882.

Section d'Economie rurale : M. **Cornalia**, à Milan, décédé le 7 juin 1882.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879.

M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Schwann**, à Liège, décédé le 21 janvier 1882.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant « l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1883 », s'exprime ainsi :

« Ce Volume contient, comme à l'ordinaire, les documents les plus nou-

veaux et les plus exacts pour la Statistique, la Géographie, la Minéralogie, la Physique et la Chimie. Je dois ici adresser nos remerciements à nos éminents collaborateurs, MM. Berthelot, Des Cloizeaux, Damour, Fizeau, Levasseur, Marié-Davy, à qui nous devons tant d'utiles Tableaux où l'état actuel de la Science est si bien et si complètement résumé.

» La partie astronomique contient une histoire complète, rédigée par M. Lœwy, des comètes qui ont paru depuis vingt ans. C'est là la période la plus intéressante pour ces astres, parce qu'elle embrasse tous ceux qui ont été observés depuis que les travaux de M. Schiaparelli en ont fait mieux connaître l'importance.

» Les additions contiennent les paroles prononcées sur la tombe de notre illustre et regretté collègue, M. Liouville, le discours du Président à l'inauguration de la statue de Lakanal, à Foix, le Rapport de M. Janssen sur l'observation projetée de l'éclipse totale de mai de cette année, le discours qu'il a prononcé à l'ouverture de la dernière session de l'Association française pour l'avancement des Sciences à la Rochelle, enfin une Notice sur la figure des comètes, par M. Faye.

» L'honorable éditeur, M. Gauthier-Villars, a donné à cette publication des soins particuliers qui, tout en respectant le format original, assurent aux Volumes actuels une supériorité marquée sur les anciens. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et sur les vitesses respectives, évaluées en chiffres, de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre moitié est blanche; vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos* [1]; par M. E. Chevreul. (Extrait.)

CHAPITRE XI. — Dernière manière dont M. Chevreul envisage le contraste simultané des couleurs, conformément au jour répandu par le « contraste rotatif » sur ce phénomène de la vision.

« C'est après des réflexions aussi longues que variées et approfondies que, ayant acquis une conviction parfaite au double point de vue de la clarté et de la précision des idées, je suis arrivé à modifier l'expression du *contraste simultané des couleurs*, telle que je l'ai exprimée dans les vingt-quatre pages qui ont été déjà imprimées pour les *Comptes rendus*, mais qui n'ont point encore été publiées d'après la convention faite avec le Bureau

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1086.

de l'Académie, qu'elles ne le seraient qu'après leur achèvement. Or, c'est depuis ma dernière Communication, la sixième, à la date du 24 de janvier 1881, faite à l'Académie, que j'ai imaginé une figure conforme au *contraste rotatif*, expliquant le contraste simultané de deux zones juxtaposées de couleur A et de couleur B, dont chacune, réfléchissant deux fractions de lumière blanche, comprenant la couleur complémentaire de chaque fraction, est indiquée, et dont ces couleurs complémentaires, suivant qu'elles agissent, sont indiquées par des flèches dirigées vers les zones A et B, tandis que celles qui n'agissent pas le sont par des flèches dont la direction les éloigne de ces mêmes zones.

» Enfin je rappelle la remarque du résultat définitif, conformément à la formule de 1828 : 1° la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel* prouve que le contraste est dû à la lumière blanche, distinction d'après laquelle on démontre que le contraste des couleurs a lieu avec le noir matériel, à cause de la lumière blanche qu'il réfléchit, tandis qu'il n'existe pas avec le noir absolu, qui n'en réfléchit pas; 2° que le contraste s'explique bien en disant que les couleurs juxtaposées semblent perdre de ce qu'elles ont d'identique, ou que la modification a lieu comme si la complémentaire de A s'ajoutait à B, et celle de B à A.

» Conformément à mes nouvelles recherches, j'ai l'intention de donner au public des idées aussi précises qu'il m'est possible; dès lors il me tarde de faire connaître comment on doit envisager le *contraste* simultané des couleurs, dont la loi fut découverte en 1827 et présentée à l'Académie le 7 d'avril 1828, loi à laquelle il n'y a rien à changer, les expériences nouvelles expliquant la raison pour laquelle il arrive que les deux couleurs juxtaposées perdent de ce qu'elles peuvent avoir d'identique ou, en d'autres termes, la différence équivaut à l'addition de la complémentaire c de A à B, et de la complémentaire c' de B à A.

» Mais le *contraste rotatif* donne la certitude :

» 1° Que le ton des deux couleurs juxtaposées s'accroît;

» 2° Que les deux parties de la rétine cessant de percevoir la première, la couleur A, et la seconde, la couleur B, sont prédisposées, la première, à percevoir la complémentaire c' de B, et la seconde B la couleur c, complémentaire de A, aussitôt que les parties de rétine seront frappées par la lumière blanche.

» Je ne m'étais pas trompé en pensant au jour que la découverte du contraste rotatif devait répandre sur mes travaux antérieurs concernant

la vision et particulièrement sur le contraste simultané des couleurs juxtaposées et en repos.

» Certes! il fallait le connaître, pour l'expliquer clairement et d'une manière précise, ce phénomène, inconnu jusqu'en 1827, du contraste simultané de deux zones juxtaposées de couleurs différentes A et B d'un même ton.

» La formule, publiée en 1828, attribuait le contraste :

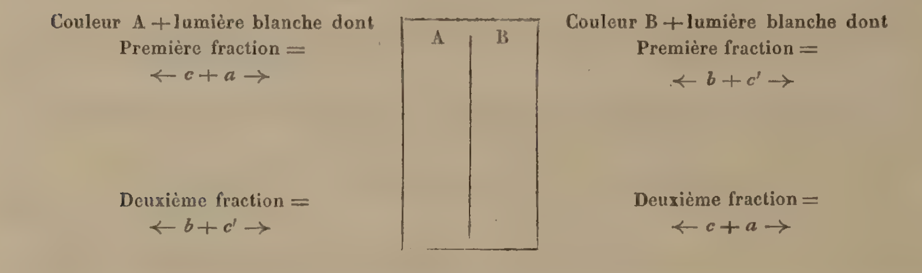
» 1° A la lumière blanche que réfléchit toute surface matérielle incolore ou colorée, conformément à la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel,* faite dès 1801, à l'École centrale d'Angers;

» Et 2° expliquait la modification des deux couleurs en disant :

» *a*. Qu'elles semblaient perdre de ce qu'elles ont d'identique;

» *b*. Ou bien qu'il semblait que la complémentaire de B s'ajoutât à A, et la complémentaire de A à B.

» Cela posé, représentons-nous les deux zones de couleur A et B, ainsi :



» En prenant les deux premières fractions de lumière blanche réfléchie par la zone A et par la zone B, la fraction réfléchie par A agit par *a* à l'exclusion de sa complémentaire *c*; la fraction réfléchie par B, de même que pour la zone A, agit par *b* à l'exclusion de sa complémentaire *c'*: d'où la conséquence que la couleur A est renforcée par *a*, comme la couleur B l'est par *b*.

» Passons à la deuxième fraction de la lumière blanche réfléchie par les deux zones, pour nous rendre compte du *contraste des couleurs*.

» Le *contraste existant,* la deuxième fraction de lumière blanche de A ne peut agir par *b*, mais par sa complémentaire *c'*; de même que la deuxième fraction de la lumière blanche de B ne peut agir par *a*, mais par sa complémentaire *c*.

» La direction des flèches vers les zones A et B indique l'activité des couleurs, tandis que la direction inverse indique les couleurs qui n'interviennent pas dans le phénomène.

CHAPITRE XII. — DES OMBRES COLORÉES.

» S'il existe dans l'histoire de la science de la vision un fait remarquable, eu égard à la *Philosophie naturelle*, c'est l'explication dont les *ombres colorées* ont été l'objet depuis la seconde moitié du XVIe siècle, où elle donna lieu à la première observation de la part d'un homme du nom de Léonard de Vinci, aussi remarquable comme peintre que comme ingénieur. Au génie de l'artiste il joignait le savoir mathématique propre à l'architecture et surtout à la science de l'Hydraulique. Léonard de Vinci avait observé qu'au Soleil levant les corps opaques projetaient des ombres dont, selon lui, la cause était le *bleu du ciel*.

» Personne ne parla de ce phénomène jusqu'en 1743, année où Buffon, dans un Mémoire sur les *couleurs* qu'il qualifiait d'*accidentelles*, ignorant l'observation de Léonard de Vinci, l'observa et remarqua en outre, sans en tirer de conséquences, que, si l'atmosphère restait peu sereine, que des vapeurs rouges altérassent le bleu du ciel, les ombres étaient de *couleur verte*.

» En 1760, l'abbé de La Caille publia le *Traité d'Astronomie* de Bouguer, son ami, mort en 1758, où se trouve l'explication des *ombres colorées en bleu*, attribuées par Bouguer à l'azur du ciel.

» De 1760 à 1782, plusieurs savants parlèrent des ombres colorées, parmi lesquels je citerai l'abbé Millot, Œpinus, Darwin, Beguelin, et un anonyme qui se désigna par les initiales H. F. T., dans un livre in-12 intitulé : *Observations sur les ombres colorées, contenant une suite d'expériences sur les différentes couleurs des ombres, sur les moyens de rendre les ombres colorées, et sur les causes des différences de leurs couleurs*, par H. F. T.; Paris, chez la Ve Duchesne, etc., M.DCCLXXXII.

» Je dois la connaissance de ce Traité à M. le savant géologue Stanislas Meunier, et je l'en remercie; non que l'auteur donne la cause des phénomènes : loin de là, il dit qu'elle n'a point été donnée encore et que sa qualité de simple amateur l'oblige à s'en tenir à ce qu'il a écrit. Si sa modestie est grande, son bon sens est parfait en ce qu'il a jugé qu'aucun de ses prédécesseurs n'avait découvert ce qu'il avait cherché en vain.

» Le contraste rotatif démontre expérimentalement *deux choses* qui pouvaient être présumées, mais comme simples probabilités :

» 1° Que l'œil ne peut voir sur une même partie de la rétine à la fois une couleur A et sa complémentaire C;

» 2° Qu'une fraction de la lumière blanche réfléchie par une surface matérielle colorée, ne pouvant l'affecter de sa complémentaire C dans un premier temps, une fraction petit a renforce en ce même temps la couleur A, et ajoutons qu'alors la rétine qui voit A ne peut être affectée de la couleur B qui lui est juxtaposée ;

» Et ensuite que tout ce qui est vrai pour A l'est pareillement pour B.

» Voilà ce que le contraste rotatif *démontre expérimentalement*, ainsi que la prédisposition de la partie de la rétine, qui a vu dans un premier temps A + petit a et B + petit b, à voir durant quelques instants dans la lumière blanche la complémentaire de la couleur qui vient de l'affecter.

» Rien de plus convenable à démontrer clairement que l'explication des *ombres colorées* par le principe du *contraste rotatif*, en observant le phénomène dans les circonstances suivantes :

» Trois montants verticaux sont fixés à un plateau blanc horizontal. Le montant vertical du centre à deux rainures correspondant à chacune des rainures que porte la face intérieure des deux montants verticaux extrêmes. C'est dans les deux rainures qui se regardent que s'engagent les côtés d'une feuille de gélatine d'une couleur A et dans les deux autres rainures les deux côtés d'une feuille de gélatine d'une couleur C complémentaire de A, et présentant une surface carrée de $0^m,20$ de côté.

» On placera sur la surface blanche du plateau, à $0^m,03$ de chaque feuille de gélatine, un prisme de plâtre blanc à base carrée de $0^m,02$ de côté ; la hauteur du prisme sera de $0^m,05$.

» Supposons que les deux feuilles de gélatine reçoivent la lumière du dehors par une fenêtre s'ouvrant à l'est, tandis que l'ombre projetée par chacun des prismes de plâtre est éclairée par la lumière du dehors, transmise par une fenêtre s'ouvrant au midi, et arrive parfaitement incolore éclairer les deux ombres, l'une paraîtra de la couleur complémentaire de A, et l'autre de la couleur complémentaire de C, conformément à l'expérience du *contraste rotatif*.

» On pourra observer souvent deux autres ombres projetées par cette lumière incolore du midi qui frappe les prismes, mais ces deux ombres seront de la couleur des lumières transmises par les feuilles de gélatine dont l'une de la couleur A et l'autre de la couleur C, ombres qui seront de la couleur de la lumière colorée, transmise par les gélatines colorées, et le ton de la couleur des ombres sera plus élevé que la couleur transmise par la gélatine qui reçoit la lumière de l'est.

» En définitive, toute surface étendue d'une couleur A, même très

faible, dans le centre de laquelle ou au bord de laquelle est juxtaposée une surface blanche, grise ou même noire, qu'éclaire une lumière incolore, apparaît être la complémentaire C de A.

» Un des exemples les plus fréquents de ce cas est la vision de lettres noires imprimées sur un fond blanc, qui paraissent rouges lorsque le soleil donne sur les yeux. La cause du phénomène n'est pas que les yeux insolés voient *rouge*, comme l'a avancé Beguelin : loin de là, c'est parce qu'ils voient *vert*, et c'est la faible lumière blanche qu'ils réfléchissent qui n'agit sur la rétine que par le rouge. (Voir l'alinéa 35 du *Complément d'études sur la vision des couleurs*; les alinéas 109, 110, 111 du *Mémoire sur la vision des couleurs naturelles*, dans les *Mémoires de l'Académie*.)

» Je ne puis me dispenser de rappeler dans ce résumé que le P. Charles Scherffer a fait le premier une observation vraie sur le contraste des *couleurs*, que je qualifie de *successif*, parce qu'il se compose de deux temps. Jurin avait observé le premier que, après avoir vu une couleur *a* dans un temps, en portant les yeux dans un second temps sur une surface blanche convenablement éclairée, on voyait une couleur *b* différente de la première *a*; mais il ne donna aucune raison du phénomène. Buffon, en renouvelant l'observation de Jurin, qualifia la couleur *b* d'*accidentelle*; il n'en fut pas de même de Charles Scherffer : il fit l'importante remarque que la couleur *b* vue en second lieu était constamment de couleur *c* complémentaire de *a*; à la vérité, le mot *complémentaire* n'existait point alors, mais l'expérience suivante prouve le *génie* du P. Scherffer. Il peignit une tête de Vierge de *couleurs renversées*, c'est-à-dire que les carnations étaient *vertes* au lieu d'être *roses*, et cette tête regardée dans un second temps lui parut *rose* lorsqu'il porta les yeux sur une surface blanche.

» Je ne crois pas mieux terminer ce Chapitre qu'en insérant textuellement deux Notes relatives au *principe du contraste des couleurs*; elles concernent l'observation de deux phénomènes, rentrant dans ce principe; elles sont de M. de Lavenay, qui a été l'un des présidents du Conseil d'État, et dont j'ai eu l'avantage d'être le confrère, au Comité consultatif des Arts et Manufactures, pendant près de vingt ans.

Première Note.

« Une société assez nombreuse se promenait aux environs de Rennes. Arrivé à un certain endroit, quelqu'un s'écrie : « Nous voilà sur la lande de Laillé ; on voit tout vert. »

» En effet, les robes blanches des dames paraissaient vertes jusqu'aux genoux, les bottes

vernies des hommes avaient des lumières vertes; tous les visages présentaient un aspect cadavéreux verdâtre.

» Les gens du pays connaissent ce phénomène, et quelques-uns croient l'expliquer par une cause atmosphérique inconnue.

» Quelqu'un fit remarquer que la véritable explication était facile à trouver; qu'il suffisait de se reporter aux observations et à la théorie de M. Chevreul.

» En effet, le terrain sur lequel on se trouvait était formé d'une sorte de schiste *rose;* la végétation qui le recouvrait çà et là était composée de bruyères *roses;* le tout formait un tapis d'un aspect presque uniformément rose.

» Il était clair que la couleur *verte* qui se répandait sur les corps et les objets superposés était la *complémentaire* du *rose* dont nous venons de parler. »

Seconde Note.

« Le petit roman de M. Jules Verne m'avait inspiré le désir de voir le rayon vert... s'il existait.

» Je l'ai guetté plusieurs soirs, avec mon frère, sur la plage de Paramé.

» Un soir d'août, le ciel était très pur à l'horizon; au-dessus couraient quelques nuages d'un bleu violacé; la mer était d'un ton ardoisé très intense; le soleil était couleur de feu en approchant de la mer, il devint de plus en plus rouge à mesure qu'il paraissait s'y plonger. Enfin, au moment précis où la dernière partie du disque disparut, nous vîmes distinctement s'en échapper une flamme verte pareille à celle d'un feu de Bengale. Le phénomène ne dura qu'un instant; il ne présenta pas tout à fait l'aspect féerique et surnaturel décrit par M. Jules Verne, mais il était fort sensible; mon frère et moi le vîmes simultanément et très distinctement. »

CHAPITRE XIII. — Application du principe des contrastes a l'enseignement.

» On sait assez généralement aujourd'hui que depuis plusieurs années il existe une loi en Suède, exigeant que toute personne qui aspire à faire partie de la marine royale ou de l'administration des chemins de fer soit porteur d'un certificat officiel, attestant à tous que *ses yeux sont organisés pour voir bien les couleurs,* ou, en d'autres termes, qu'elle n'est point affectée de *daltonisme.*

» La Commission des chemins de fer de Paris à Lyon et de Lyon à la Méditerranée a devancé la Suède à cet égard, en chargeant le Dr Favre, de Lyon, dès 1855, d'examiner son personnel et de ne recevoir de nouveaux sujets qu'après un examen témoignant de leur aptitude à bien voir les couleurs. Voilà donc bientôt trente ans que le Dr Favre exerce ses fonctions d'examinateur pour une Commission de particuliers qui a fait preuve depuis longtemps de son amour pour le progrès social.

» M. le D[r] Favre a publié d'excellentes Brochures sur les nombreuses observations qu'il a faites, Brochures qui lui ont mérité un prix de l'Académie des Sciences. Le résultat principal de ses recherches est que, sur 100 personnes, 10 les voient mal et que les femmes comptent moins de daltonistes que les hommes.

» La découverte du *contraste rotatif*, que je n'ai faite qu'en 1878, a jeté une vive lumière dans mon esprit sur le *contraste simultané des couleurs*.

» Cette découverte m'a expliqué *expérimentalement* ce qui, jusque-là, n'avait eu que le caractère d'une grande probabilité, savoir : que la rétine qui voit une couleur A ne peut en voir à la fois la complémentaire C, et, en outre, que la vue de A prédispose cette partie de la rétine, dès qu'elle aura cessé de percevoir A, à en voir la complémentaire C : de sorte que le contraste de rotation s'accomplit en deux temps :

» *Dans le premier temps*, la partie de la rétine qui a perçu la couleur A n'est affectée *dans le deuxième temps* que par c de la lumière incolore réfléchie par la moitié de la lumière blanche de la *pirouette complémentaire* (conséquemment à l'exclusion de a de cette même lumière).

» Le *contraste rotatif* s'accomplit donc en deux temps sur une même partie de la rétine et présente le phénomène du *contraste rotatif* comme indéfini, parce que, plus de fois on le répète avec une même pirouette, plus l'opposition entre les deux complémentaires augmente d'intensité pour un œil bien organisé.

» Voyons la lumière que le *contraste rotatif* jette sur le *contraste simultané de deux zones juxtaposées* de couleur A et de couleur B.

» Évidemment, la partie de la rétine qui voit A ne peut en voir à la fois C sa complémentaire. De même que la partie de rétine qui voit B ne peut en voir en même temps C′ sa complémentaire, d'où ces deux conséquences :

» 1° Qu'une première fraction de lumière blanche réfléchie par la zone de couleur A, ne pouvant agir par petit c, sa complémentaire, agit exclusivement par petit a et renforce ainsi le ton de la couleur A de cette zone. De même pour une fraction de la lumière blanche réfléchie par la zone de couleur B : petit b de cette fraction renforce le ton de la couleur B.

» 2° Une deuxième fraction de lumière blanche de la zone de couleur A agit, à l'exclusion de sa couleur petit b, par c', pour produire l'effet du contraste; de même pour une deuxième fraction de lumière blanche réfléchie par la zone de couleur B; elle agit exclusivement par petit c, à l'exclusion de petit a.

» Enfin, l'accord est parfait entre le *contraste rotatif* et le *contraste simultané des couleurs*.

» Lorsqu'on dit que deux zones de couleurs juxtaposées A et B perdent de ce qu'elles peuvent avoir d'identique, ou, ce qui revient au même, comme si la complémentaire C' de B s'ajoutait à A, et C, complémentaire de A, s'ajoutait à B.

» Il est incontestable, à mon sens, que, dès que la perception de la couleur A a pour effet dans le contraste rotatif l'apparition de la couleur petit *e*, sa complémentaire, sur la moitié diamétrale blanche de la pirouette complémentaire, petit *a*, de la lumière blanche de la zone de couleur A devient actif et augmente l'intensité de ton de A.

» Je tire de ce fait expérimental la conclusion que, dans le *contraste simultané de deux couleurs* A *et* B *juxtaposées* et qui sont vues à la même place sur la rétine pendant toute la durée du phénomène, les couleurs A et B peuvent manifester et manifestent *une élévation de ton;* mais, en faisant cette remarque, je suis loin de prétendre que l'élévation de ton des deux couleurs juxtaposées est aussi considérable que celui de la couleur unique de la pirouette complémentaire, et, dans tous les cas, les deux couleurs juxtaposées présentent les modifications indiquées par la loi du *contraste simultané;* elles semblent perdre ce qu'elles peuvent avoir d'identique, ou, en d'autres termes, il semble que la complémentaire de B, petit *e*, s'ajoute à A et que la complémentaire de A, *c*, s'ajoute à B.

» Je ne prétends point donner maintenant un programme d'enseignement de la vision, mais indiquer à des maîtres désireux de faire connaître à des élèves les deux principes de la vision des couleurs, qui sont diamétralement opposés l'un à l'autre, à savoir *le principe du mélange des couleurs* et le *principe de leur contraste,* comprenant *le contraste simultané de ton et de couleur, le contraste successif, le contraste mixte,* tous les trois appliqués *à la vision des couleurs matérielles en repos,* et enfin *le contraste rotatif,* découvert après le mois de février de l'année 1878, concernant *la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation.*

» Le Volume in-8° publié par Levrault en 1833, sous le titre *De la loi du contraste simultané des couleurs,* comprend l'étude du contraste simultané de tons et de couleurs au point de vue le plus général; il y est question du *contraste successif* et du *contraste mixte.* On n'y traite que de la vision des couleurs matérielles en repos.

» En 1842 et 1843, la Chambre de commerce de Lyon manda au Ministre du Commerce, alors M. Cunin-Gridaine, que la *Société d'Agriculture et des*

Arts utiles (de Lyon) avait exprimé le désir que j'y vinsse professer le Cours que je faisais aux Gobelins sur le contraste des couleurs depuis 1832.

» J'y professai ce Cours en 1842 et 1843, et c'est après l'avoir terminé qu'elle prit les décisions suivantes :

» 1° Qu'elle publierait les *Leçons spéciales aux effets optiques des étoffes de soie*, Ouvrage dont elle fit les frais d'impression et qu'elle donna gratuitement à toutes les personnes notables qui le lui demandèrent. Je remerciai mon excellent confrère de l'Institut, le général Piobert, de l'attention qu'il donna à mon œuvre. On ignore généralement que, avant son entrée à l'École Polytechnique, il s'était occupé de l'industrie des étoffes de soie.

» 2° La Chambre de commerce de Lyon demanda plus tard que les *cercles chromatiques* dont j'avais parlé dans mes Leçons fussent exécutés en porcelaine de Sèvres, pensant qu'ils seraient utiles à l'industrie lyonnaise, en évitant aux fabricants d'étoffes d'envoyer des échantillons aux teinturiers, parce que, une fois ces cercles exécutés en porcelaine de Sèvres, ils seraient déposés à la Chambre de commerce de Lyon, pour éviter toute difficulté aux parties intéressées.

» Un des premiers fabricants de papiers peints de France, M. Étienne Délicourt, qui confectionna les papiers peints propres à mes Cours des Gobelins et à ceux de Lyon, publia deux éditions, de 1844 à 1847, d'un *Album du contraste des couleurs* qui était le recueil des objets de mes leçons, de grandeur réduite. Malheureusement elles sont épuisées. Un dernier exemplaire, dont l'auteur disposa en faveur de M. Prosper Mérimée, fut brûlé dans son hôtel.

» En 1861, parut le 33e Volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences* sous le titre d'*Exposé d'un moyen de définir et nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale*.

» Il comprend 944 pages et un Atlas de 14 Planches, représentant mes dix cercles chromatiques, exécutées avec un véritable succès, au moyen de l'impression, par M. Digeon.

» Le principe du cercle chromatique avait été exposé à l'Académie, dans les séances du 12 de mai 1851, et du 14 de mai 1860 et 1861.

» En 1878, je présentai, d'après le conseil de plusieurs de mes confrères, deux cartons carrés de $0^{m},25$ de côté, dont l'un *fond blanc* et l'autre *fond vert*, montrant la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir* et le *gris matériels*. Le premier montre la *différence de ton* entre les *deux noirs* et le *gris*; le second, la différence de contraste entre le *noir et les gris matériels* et le *noir absolu*, qui ne présentent aucun contraste sensible.

» Enfin, c'est après le mois de février de l'année 1878 que je découvris le *contraste rotatif;* c'est grâce à lui que je dois la connaissance du *contraste simultané des couleurs,* telle que je la possède aujourd'hui.

» Il m'a appris *expérimentalement* que, tant que la rétine perçoit une couleur A, cette partie de la rétine ne peut en voir la complémentaire C; mais, au moment où elle cesse de la percevoir, la lumière incolore réfléchie par une surface blanche ne s'affecte que de la couleur C. L'on s'explique encore deux autres faits :

» 1° C'est que dans le premier temps, où l'œil voit la couleur A, une portion de lumière incolore affecte cette même partie de la rétine de cette même couleur A.

» Et 2° dans le deuxième temps, où cette partie de la rétine vient de cesser de percevoir A, une fraction de lumière blanche l'affecte de la couleur C', complémentaire de B, à l'exclusion de B, si les couleurs juxtaposées ne sont pas complémentaires.

DERNIÈRES RÉFLEXIONS SUR L'ENSEIGNEMENT DU CONTRASTE DES COULEURS.

» **1.** *Enseignement général et approfondi.* — Toute personne désireuse de connaître cet enseignement dans sa plus grande généralité et dans ses détails devra lire tous les ouvrages dont je viens de rappeler les titres dans ce Chapitre, et en outre le Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 7 d'avril 1828, sous le titre : *Sur l'influence que deux couleurs peuvent avoir l'une sur l'autre quand on les voit simultanément,* et de plus un second Mémoire, lu le 27 de janvier 1840, sous le titre de *Recherches physico-chimiques sur la teinture;* il a trait au *principe du mélange des couleurs.*

» **2.** *Enseignement des écoles d'arts et métiers.* — Quant aux écoles d'arts et métiers, où des programmes parfaitement arrêtés existent, je me bornerai à un simple conseil, donné à tout maître qui jugerait utile à l'enseignement de ses élèves les principes du contraste, de lire dans une bibliothèque publique les ouvrages que j'ai cités plus haut et de voir lui-même ce qu'il pourrait en tirer pour son enseignement.

3. *Enseignement dans les écoles de dessin.* — Ce que je viens de dire pour les écoles d'arts et métiers, je l'appliquerai aux maîtres des écoles communales de dessin, parce que quelques maîtres, à ma connaissance, ont consacré quelques leçons de leur cours à l'enseignement du contraste; je répéterai ce que j'ai recommandé à quelques maîtres qui m'ont consulté à ce sujet. Les maîtres de ces écoles professaient dans d'autres départements que celui de la Seine. Je leur disais qu'ils s'informassent si, dans l'ensei-

gnement de leur ressort, il y avait quelque industrie qui fût intéressée à connaître les contrastes, et que, s'il en existait, c'était de consacrer quelques leçons aux besoins que cet industrie pourrait avoir de la vision du contraste.

» IV. *Enseignement primaire.* — Je serai moins bref sur l'enseignement primaire que je ne l'ai été sur les précédents, par la raison que l'examen existe en France pour le personnel des chemins de fer et que je le réduis à enseigner aux enfants le maniement au plus de douze pirouettes complémentaires et au moins de six, par la raison que je ne doute pas que ceux qui voient bien les couleurs, si, plus avancés en âge, ils veulent faire partie du personnel de l'administration des chemins de fer, grâce au maniement de ces pirouettes dont ils auraient appris l'usage à l'école primaire, pourraient prouver alors qu'ils ne sont point affectés du daltonisme.

» *Trois pirouettes complémentaires des couleurs simples des artistes.* — Pirouette dont une moitié diamétrale est blanche et l'autre de couleur simple.

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale rouge	
»	»	jaune
»	»	bleue

» *Trois pirouettes complémentaires des couleurs binaires des artistes :*

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale de couleur binaire	
»	»	orange
»	»	verte
»	»	violette

» *Six pirouettes complémentaires de couleurs complexes :*

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale rouge-orangé	
»	»	orangé-jaune
»	»	jaune-vert
»	»	vert-bleu
»	»	bleu-violet
»	»	violet-rouge

» Le langage des couleurs serait susceptible d'une grande extension si on le considérait à des points de vue dont je n'ai point parlé, ou, si je l'ai fait, j'ai évité des détails qui auraient pu distraire le lecteur de sujets, à mon sens, plus importants, du moins actuellement. Je fais allusion en partie au langage des couleurs, lorsqu'il s'agit d'aider la mémoire à retenir des *rapports* relatifs au principe de l'association des idées. »

CHIMIE. — *Recherches sur les hypoazotites. Première partie : Recherches chimiques*, par MM. **Berthelot** et **Ogier**.

« **1.** En étudiant les produits de la réduction des azotites par l'amalgame de sodium, M. Divers ([1]) découvrit en 1871 un nouveau sel, qu'il appela *hypoazotite d'argent*, et dont il détermina la composition et les propriétés. Ce sel et ses dérivés ont été, depuis, l'objet de nouvelles recherches, exécutées par MM. Van der Plaats ([2]), Menke ([3]) et Zorn ([4]). Ces auteurs assignent à l'hypoazotite d'argent la formule AzO^2Ag, qui le ferait dériver du protoxyde d'azote associé à l'oxyde d'argent. M. Divers fait observer seulement qu'il a obtenu 1 centième d'argent de moins que n'indiquerait la formule; ce qu'il attribue à quelque impureté : on va revenir sur ce point.

» Nous avons repris l'étude de l'hypoazotite d'argent et de l'acide hypoazoteux, au double point de vue chimique et thermique.

» Nous allons présenter nos analyses, l'examen de l'action de la chaleur, des agents oxydants, enfin les mesures calorimétriques.

» 2. *Analyses.* — L'hypoazotite d'argent a été préparé par le procédé de M. Divers. Pour l'obtenir pur, il est nécessaire de le redissoudre dans l'acide azotique très étendu et de le reprécipiter, en neutralisant exactement par l'ammoniaque : on obtient ainsi un précipité jaune, d'une grande insolubilité.

» Ce corps éprouve une décomposition très sensible, lorsqu'on le chauffe à 100°, et surtout un peu au-dessus; la proportion centésimale d'argent obtenu à l'analyse croît avec la durée de la dessiccation opérée dans ces conditions. Par exemple, un sel maintenu plusieurs heures vers

---

([1]) *Journal of the Chemical Society*, XXIV, 484. — *Proceedings of the Royal Society*, XIX, 425. — *Bull. de la Soc. chimique de Paris*, XV, 176.

([2]) *Berichte der D. chem. Ges.*, X, 1508.

([3]) *Journ. Ch. Soc.*, XXXIII, 401. L'auteur annonçait avoir obtenu les hypoazotites en grande quantité, en décomposant l'azotite de soude par le fer. M. Zorn a reconnu l'inexactitude de ses assertions, et nous sommes arrivés à la même conclusion : le principal sel de l'auteur nous paraît être du carbonate de soude, sel que nous avons obtenu, en effet, en abondance sous forme cristallisée, en suivant ses indications. Cependant il se produit une trace d'hypoazotite dans l'action de la chaleur sur les azotites alcalins, ainsi que M. Divers en a déjà fait la remarque.

([4]) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, X, 1306, et XV, 1258.

120° a fourni ensuite 85,6 d'argent; au lieu de 76 exigés par la formule. Dès 95°, une matière amenée à renfermer 75,5 d'argent par la dessiccation commence à noircir légèrement.

» Nous pensons que cette circonstance a dû surélever les dosages effectués jusqu'à présent, lesquels ont été faits sur un sel séché à haute température.

» C'est pourquoi nous avons préféré dessécher l'hypoazotite dans le vide, à la température ordinaire et dans l'obscurité : le sel ainsi préparé retient à la vérité une petite quantité d'eau, que nous avons pris soin de doser; mais il ne renferme pas trace d'argent réduit.

» Voici les résultats que nous avons obtenus sur plusieurs préparations différentes, séchées dans le vide :

Argent.................	75,3	75,0	75,3
Azote..................	9,6	9,6	»
Eau....................	1,1 [1]	1,5 [2]	»
Oxygène (par différence)...	14,0	13,9	»

» Cela ferait, en déduisant l'eau :

Ag.............................	76,2	76,1
Az.............................	9,7	9,8
O..............................	14,1	14,1

» Ces résultats conduisent à une formule sensiblement différente de celle qui a été donnée jusqu'ici, soit $Az^2O^5Ag^2$.

	Calculé d'après		
	AzO^2Ag (138)	$Az^2O^5Ag^2$ (284)	Trouvé.
Ag.....................	78,3	76,1	76,1
Az.....................	10,1	9,9	9,8
O......................	11,6	14,0	14,1

» L'acide hypoazoteux aurait donc pour formule $Az^2O^3, 2HO$; ce qui en fait un sesquioxyde d'azote, répondant, à l'état anhydre, à la formule Az^2O^3.

» L'écart entre nos résultats et ceux des analyses antérieures s'explique,

---

(1) L'eau a été déterminée en nature, en procédant comme dans une analyse organique, avec une longue colonne de cuivre métallique, et en desséchant préalablement et complètement l'oxyde de cuivre dans le tube même, chauffé au rouge avant l'analyse.

(2) Par la perte.

comme il a été dit, par le commencement d'altération que le sel éprouve pendant la dessiccation à haute température. Nous aurions cependant hésité à proposer la nouvelle formule, si elle ne nous paraissait s'accorder mieux avec l'étude quantitative des réactions. Elle concorde mieux aussi avec l'existence des sels acides, observés par M. Zorn.

» 3. *Action de la chaleur.* — Nous avons étudié cette action de quatre manières différentes :

» 1° En chauffant le sel au rouge sombre, dans un tube où l'on avait fait le vide : condition dans laquelle la vapeur nitreuse formée d'abord est réabsorbée par l'argent. Nous avons obtenu ainsi, pour 100 parties de sel :

AzO^2	13,6 (en poids)
AzO mêlé d'azote	2,1
	15,7

» L'argent resté dans le tube contenait une certaine dose d'azotite et d'azotate d'argent ($AzO^3 = 1,3$ d'après un dosage).

» 2° En chauffant le sel dans un courant d'acide carbonique sec, qui entraînait à mesure la vapeur nitreuse, condensée au delà au sein d'une solution de bicarbonate de soude : on y a titré l'acide azoteux. On a trouvé pour 100 parties :

AzO^2	14,5
AzO^3	3,7

» La formation du bioxyde d'azote et celle de l'azotate d'argent ont déjà été observées par M. Divers; mais ce savant n'a pas fait la détermination quantitative des produits. Or cette détermination s'accorde beaucoup mieux avec la formule $Az^2O^5Ag^2$. En effet, d'après la formule AzO^2Ag, on devrait avoir

$$AzO^2Ag = AzO^2 + Ag;$$

soit 21,7 de bioxyde d'azote.

» D'après la formule $Az^2O^5Ag^2$,

$$Az^2AO^5Ag^2 = AzO^2 + AzO^3 + Ag^2,$$

on doit avoir 10,6 de AzO^2 et 13,4 de AzO^3. En fait, nous avons isolé seulement 3,7 de ce dernier corps; 9,7 ayant été réabsorbés par l'argent, en formant de l'azotite d'argent et une nouvelle dose, soit 3,8, de

bioxyde d'azote

$$Az^2O^6 + Ag = AzO^4Ag + AzO^2;$$

ce qui porte la dose totale du bioxyde d'azote calculée à 14,4.

» Or on a obtenu par expérience : 14,6.

» L'accord est aussi satisfaisant que possible.

» L'expérience faite avec le tube vide ne diffère de celle-ci que parce que l'acide azoteux, demeuré en contact prolongé avec le métal, a disparu complètement, non sans former un peu de protoxyde d'azote et d'azote.

» 3° L'hypoazotite d'argent, chauffé à feu nu, se décompose d'abord en fournissant un mélange d'argent métallique et d'azotite, qui surélève les dosages et qui exige une calcination prolongée pour être entièrement détruit.

» 4° L'hypoazotite d'argent, décomposé par les acides étendus, fournit une liqueur dont l'ébullition dégage du protoxyde d'azote, d'après M. Divers. Le fait est exact; mais la réaction est moins simple qu'on ne l'avait supposé : le protoxyde d'azote ne renfermant pas la totalité de l'azote du sel, comme la formule AzO, AgO l'exigerait.

» Pour étudier la réaction, nous avons traité $2^{gr},0$ d'hypoazotite d'argent par l'acide sulfurique étendu et soumis le produit à une ébullition prolongée, de façon à entraîner la totalité des gaz dégagés; on opérait d'ailleurs avec des liqueurs saturées d'azote à l'avance, et dans des vases ne contenant pas trace d'oxygène. On a obtenu 134^{cc} de gaz permanents (volume réduit), renfermant 94^{cc} de protoxyde d'azote et 40^{cc} d'azote. Ces volumes répondent l'un à 5,9 centièmes d'azote combiné; l'autre à 2,5 centièmes d'azote libre; 1,4 centièmes d'azote étant demeurés dans la liqueur, associés au surplus de l'oxygène sous forme d'acide azotique. Cet acide azotique a été isolé par distillation et pesé sous forme d'azotate de baryte. Le poids de l'acide surpassait 3 centièmes, malgré les pertes inhérentes à cette manière de procéder. Dans un autre essai, les gaz ont été extraits par le vide. On a obtenu un peu plus de protoxyde d'azote, soit 12 centièmes, répondant à 7,6 d'azote combiné; plus 1,5 d'azote libre, et quelques centièmes d'acide azotique, également constaté d'une manière expresse.

» On voit qu'il se produit une réaction complexe; à peu près comme dans la décomposition de l'oxyammoniaque, qui fournit aussi du protoxyde d'azote. La réaction principale est ici la suivante :

$$4(Az^2O^2, 2HO) = 7AzO + AzO^5, HO + 7HO.$$

» 4. *Agents oxydants.* — Nous avons étudié méthodiquement l'action de trois corps oxydants : l'iode, le brome, le permanganate de potasse.

» 1° L'iode, en solution dans l'iodure de potassium, n'a pas exercé d'action appréciable sur l'acide hypoazoteux, soit combiné à l'argent ([1]), soit mis en liberté par une dose équivalente d'acide chlorhydrique étendu.

» 2° L'oxydation par le brome est très caractéristique. Pour l'effectuer, on opère sur un poids connu d'hypoazotite d'argent, soit $2^{gr},000$ mis en présence de l'acide chlorhydrique et d'une solution aqueuse de brome titré et employé en léger excès : on laisse réagir pendant quelque temps, puis on titre le brome restant. Ce procédé tend à donner des chiffres un peu forts, à cause de l'évaporation de quelque peu de brome pendant les manipulations. Tantôt l'acide chlorhydrique est mêlé d'avance avec l'eau de brome, dans laquelle on délaye le sel d'argent (série I); tantôt on délaye le sel dans cet acide, puis on y ajoute le brome (série II). Les chiffres obtenus ont été calculés d'après le rapport pondéral de l'argent, accusé par les analyses, au brome absorbé dans la réaction ; sans faire aucune hypothèse sur la formule du sel, afin de ne rien préjuger. Nous avons trouvé pour le rapport des équivalents :

Série I. — Ag : Br.		*Série II.* — Ag : Br.	
Premier essai........	1 : 3,73	Cinquième essai.....	1 : 3,56
Deuxième essai........	1 : 3,50	Sixième essai........	1 : 3,67
Troisième essai	1 : 3,72	Septième essai	1 : 3,69 ([2])
Quatrième essai.......	1 : 3,85		

» D'après l'ancienne formule,

$$AzO^2Ag + 4HO + 4Br = AzO^6H + 3HBr + AgBr,$$

l'hypoazotite aurait dû prendre : 4Br pour Ag.

([1]) Sauf le changement de l'argent en iodure.

([2]) Dans cet essai, le dosage du brome absorbé a été fait par deux procédés de dosage différents, appliqués chacun au dosage, avant et après la réaction.

On a trouvé, pour $2^{gr},000$ de sel :

	gr
Pa SO^2....................	4,107
Par AsO^3....................	4,098
Moyenne......	4,1025

» D'après la nouvelle formule,

$$Az^2O^5Ag^2 + 7HO + 7Br = 2AzO^6H + 5HBr + 2AgBr,$$

l'hypoazotite aurait dû prendre : 3,50 Br pour Ag.

» Les nombres observés s'accordent de préférence avec la dernière formule; surtout si l'on remarque que le procédé employé tend à fournir des chiffres un peu trop forts.

» Ces résultats nous paraissent donner une grande probabilité à la formule $Az^2O^5Ag^2$.

» 3° L'oxydation par le permanganate de potasse fournit des résultats peu réguliers, l'oxygène absorbé variant de 4,6 à 8,9 centièmes, et l'action ne se terminant pour ainsi dire pas. Cependant, en opérant en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique et avec les précautions qui viennent d'être indiquées, on arrive à des chiffres assez concordants, tels que

8,3;   7,5;   8,4;   8,9.

» Ces chiffres répondent sensiblement à $3^{éq}$ d'oxygène absorbés.

» Les dosages par le permanganate doivent être exécutés en introduisant le sel d'argent d'un seul coup dans le mélange de permanganate et d'acide sulfurique, fait à l'avance et en excès; car l'acide hypoazoteux mis en liberté à l'avance paraît absorber lentement l'oxygène de l'air. La dissolution de cet acide, introduite dans un grand flacon plein d'air et dosée seulement le lendemain, n'a plus absorbé que 1,2 d'oxygène, aux dépens du permanganate.

» Les liqueurs, étudiées après oxydation par le permanganate, ne renferment pas d'ammoniaque; mais elles dégagent par l'ébullition une dose considérable de protoxyde d'azote. Dans une même expérience, on a dosé l'oxygène absorbé et le protoxyde d'azote (en extrayant celui-ci avec la trompe à mercure et le dosant par détonation au moyen de l'hydrogène). On a obtenu

O fixé : 8,3;   AzO dégagé : 8,0; pour 100 parties de sel.

» Ces chiffres répondent très sensiblement à la transformation suivante:

$$Az^2O^5Ag^2 + O^3 + HO = AzO + AzO^5,HO + 2AgO \text{ (comb. à l'acide).}$$

» C'est donc une nouvelle confirmation de la formule $Az^2O^5Ag^2$; formule qui s'accorde pour le mieux avec les analyses, avec la décomposition par la chaleur et avec la dose des agents oxydants employés. »

BOTANIQUE. — *Ramification de l'*Isatis tinctoria, *formation de ses inflorescences;* par M. A. Trécul.

« Dans les Crucifères, l'inflorescence proprement dite, c'est-à-dire le corymbe ou la grappe, qui ne porte que des rameaux uniflores, est *basifuge* ou *acropète,* par la naissance des pédoncules et par l'épanouissement des fleurs. Au contraire, l'inflorescence générale, représentant l'ensemble des rameaux florifères de la plante entière, ou d'une grande branche, est *basipète,* pour l'apparition et le développement des inflorescences partielles (corymbe ou grappe), au moins chez un grand nombre de ces plantes.

» L'*Isatis tinctoria,* dont l'inflorescence générale est très complexe, est soumis à cette loi. Je ne veux parler aujourd'hui que de cette espèce.

» On a pu remarquer que, vers l'époque de l'épanouissement des premières fleurs, les rameaux sont beaucoup plus développés dans la région supérieure de l'axe primaire ou de chacune des grandes branches qui partent de sa base, que dans leur partie inférieure, de façon qu'il peut y avoir des fleurs en haut, quand les rameaux inférieurs de première génération comme les florifères, ou de même génération qu'eux, sont encore à l'état de court ramule ou de simple bourgeon enfermé dans ses deux premières feuilles. Il arrive même qu'un tel bourgeon manque à l'aisselle des feuilles les plus bas placées sur ces grandes branches. On a pu remarquer encore que l'épanouissement des fleurs s'étend, en général, des rameaux supérieurs à ceux qui sont insérés plus bas.

» A quoi cela est-il dû? Est-ce à l'ordre d'apparition des bourgeons ou à l'ordre de leur accroissement? Les observations que je vais présenter vont répondre à ces questions.

» Des semis faits au commencement du printemps de 1881 m'ont donné de jeunes plantes portant des bourgeons axillaires assez souvent dès l'aisselle d'un ou des deux cotylédons agrandis; mais fréquemment, surtout dans un semis plus tardif, il ne naît pas de bourgeon dans l'aisselle de quelques-unes des premières feuilles. Il s'en développe, au contraire, dans l'aisselle de toutes les feuilles plus haut situées; toutefois cette apparition des bourgeons n'est pas toujours régulièrement *acropète,* comme on va le voir. D'abord, nécessairement, les premiers nés sont les plus grands. Plus tard, leur végétation étant plus lente, leur dimension est dépassée par celle des bourgeons qui sont nés après eux; en sorte que, dans la série des jeunes bourgeons, on peut avoir des dimensions croissantes de bas en haut jus-

qu'à une certaine hauteur, et décroissantes ensuite par la formation successive des bourgeons dans l'aisselle des plus jeunes feuilles. Cette apparition des bourgeons peut continuer ainsi jusque dans l'aisselle des dernières feuilles, au-dessus desquelles naissent les premières fleurs de l'inflorescence terminale. C'est toujours cette inflorescence de la tige mère qui, la première, est constituée. Mais d'ordinaire, ou fort souvent, l'apparition des bourgeons latéraux ne se fait pas avec cette régularité, ainsi que je viens de le dire.

» Dans quelques jeunes plantes, il est produit au bas de la tige une touffe de bourgeons vigoureux, qui prennent un plus grand développement que tous les autres; ils forment de grandes branches qui multiplient en quelque sorte la tige, et donnent, comme elle, chacune une grande panicule très complexe.

» L'évolution de ces panicules mérite une attention particulière. Ici, comme dans quelques inflorescences de Graminées, que j'ai décrites, la prédominance de la végétation dans la région supérieure de la plante ou de ses branches est des plus remarquables, à un certain âge. Elle est souvent telle que l'apparition des bourgeons axillaires ne suit pas l'ordre basifuge régulier. Au lieu de naître successivement de bas en haut dans l'aisselle des feuilles, suivant l'ordre de naissance de celles-ci, dans toute l'étendue de la tige, ou d'une branche donnée, il arrive que le sommet produit des bourgeons dans l'aisselle des plus jeunes feuilles, c'est-à-dire les plus haut placées, avant qu'il en soit formé dans l'aisselle de bon nombre de feuilles de la région moyenne, nées auparavant, insérées plus bas par conséquent, et plus grandes. Alors il existe sur la tige un espace plus ou moins considérable, occupé par des feuilles qui n'ont pas de bourgeon dans leur aisselle, bien que les feuilles situées plus haut en soient pourvues comme les feuilles inférieures. Il arrive aussi quelquefois, dans certains jeunes rameaux de même ordre que les précédents, de première génération comme eux, que leurs feuilles supérieures ont des bourgeons même avant leurs feuilles inférieures en assez grand nombre. On en trouve un exemple dans le tableau IV, ci-après.

» Avant l'apparition des rudiments floraux au sommet de la jeune tige ou des jeunes branches basilaires, ou même des bourgeons latéraux supérieurs de celles-ci, la force végétative ou, si l'on aime mieux, la production gemmaire est telle que souvent le rameau apparaît, en quelque sorte, avant sa feuille axillante. Il est formé d'abord un gros mamelon arrondi, au bas du côté dorsal duquel se montre ensuite un faible bourrelet, rudiment de la feuille axillante. Ce bourrelet est parfois représenté par une

courbe à peine sensible, qui paraît mettre hors de doute l'antériorité du rameau. A part sa position, la feuille axillante ressemble alors bien plus à un appendice basilaire dorsal, si un tel appendice était possible, qu'à une feuille axillante. Née après le rameau, sur sa base en vigoureux accroissement, on conçoit que, dans quelques cas, on trouve la bractéole insérée à une certaine hauteur sur ce rameau, comme cela se voit assez souvent sur des pédoncules.

» On comprendra aussi maintenant pourquoi les pédoncules qui terminent cet axe végétatif puissant n'ont pas de feuille axillante, et pourquoi assez souvent les pédoncules inférieurs n'en ont qu'une rudimentaire, qui peut être réduite à un bourrelet à peine visible. C'est que la végétation axile prédominant de plus en plus par en haut, le pédoncule naissant se développe avant que la bractéole ait eu le temps d'apparaître.

» Là, dans la région supérieure de la tige ou de ses branches, un peu avant ou pendant la naissance des premiers rudiments floraux, les bourgeons, nés comme je l'ai dit, grossissent vite et renflent en tête la sommité; ils produisent d'abord des feuilles et des bourgeons axillaires relativement gros comme les précédents, et se terminent bientôt eux-mêmes par les rudiments d'une nouvelle inflorescence. Ces bourgeons axillaires de deuxième génération se comportent comme ceux de la première; il en naît des rameaux et des inflorescences de troisième génération, etc.

» Des bourgeons supérieurs qui se comportent ainsi, ce ne sont pas les plus rapprochés du sommet ou des rudiments floraux qui sont les plus volumineux: ce sont ceux de la région moyenne de la petite tête qui résulte de leur accroissement (tableaux II et III). Au-dessus et au-dessous des plus gros, il y en a donc de plus petits, d'abord moins avancés. Ceux qui sont au-dessous décroissent peu à peu, à tel point qu'ils peuvent être réduits à une petite éminence convexe de $0^{mm},05$, $0^{mm},03$ ou même $0^{mm},02$ de hauteur et parfois moins. Par eux, on passe graduellement des plus gros bourgeons supérieurs à l'espace de la région moyenne de l'axe, dont les feuilles sont encore dépourvues de bourgeons axillaires. Le tableau II donne, de cette transition, un exemple satisfaisant.

» Il ne faut pas omettre que, bien qu'ils ne soient pas les plus volumineux, les bourgeons placés sous l'inflorescence finissent par devancer les plus gros, par les dépasser même en hauteur, grâce à la prédominance de la végétation par en haut; c'est pourquoi leurs fleurs s'épanouissent d'ordinaire avant celles des rameaux situés plus bas.

» Quelques mots maintenant sur l'apparition des premiers vaisseaux

dans les bourgeons florigènes. A l'intérieur de la sommité d'un jeune rameau de $0^m,07$ de hauteur, j'ai trouvé huit faisceaux principaux, sinueux, longitudinaux, reliés entre eux çà et là par des fascicules obliques grêles. Ces faisceaux ont des branches assez nombreuses, obliques aussi, qui elles-mêmes se ramifient. Des rameaux vont aux feuilles; d'autres vont aux bourgeons latéraux et dans la jeune inflorescence terminale.

» D'après ce qui a été dit plus haut de la disparité de l'ordre de naissance des feuilles et des bourgeons axillaires, on prévoit que l'ordre d'apparition des vaisseaux dans ces bourgeons ne suit pas celui des feuilles. Nous avons vu que les feuilles décroissent à peu près régulièrement de bas en haut, suivant leur ordre de naissance, qu'au contraire, les bourgeons supérieurs, qui constituent la sommité, naissent ordinairement avant ceux qui sont situés plus bas sur la région moyenne de la tige, et que, dans cette sommité même, les bourgeons de sa région moyenne, à elle, sont d'abord plus développés que ceux qui sont situés au-dessus et au-dessous. Cela influe sur l'ordre d'apparition des vaisseaux. Ce sont, en effet, les plus gros bourgeons de cette sommité qui, les premiers, obtiennent des vaisseaux. Ceux qui sont au-dessus et au-dessous n'en acquièrent qu'ensuite.

» Chacun de ces bourgeons plus gros peut recevoir à la fois deux branches vasculaires insérées sur le fascicule qui leur est opposé dans l'axe, lesquelles branches peuvent être déjà bifurquées, quand la feuille axillante est encore sans vaisseaux. Les bourgeons placés au-dessus en sont ensuite pourvus, et après eux ceux qui sont au-dessous.

» Il est à remarquer que les feuilles axillantes de ces bourgeons inférieurs plus petits de la sommité, qui sont plus grandes et plus âgées que celles des plus gros bourgeons situés plus haut, sont munies de vaisseaux avant elles. Les premiers vaisseaux de la nervure médiane de ces feuilles axillantes peuvent être insérés sur le même faisceau que ceux des bourgeons, ou sur un faisceau voisin, ou, pour parler plus rigoureusement, sur le premier ou les premiers vaisseaux d'un tel faisceau. On voit quelquefois partir d'un tel faisceau ou fascicule vertical une branche vasculaire qui se dirige vers la base d'une feuille sans l'atteindre encore. Si elle y est déjà prolongée, elle y monte plus ou moins haut et se comporte comme il a été dit en parlant des feuilles.

» De l'axe du bourgeon terminal les vaisseaux montent dans les premiers pédoncules formés. Chacun de ceux-ci reçoit d'abord un vaisseau, qui s'étend de bas en haut. Une branche vasculaire naît ensuite à la base du pédoncule. Les deux vaisseaux, formant une fourche qui diverge de bas en

haut, représentent les deux faisceaux latéraux du pédoncule. Quelquefois le dernier de ces deux vaisseaux débute en deux fragments, l'un inférieur, l'autre supérieur, qui se réunissent et constituent la deuxième branche de la fourche. Un peu plus tard un troisième et un quatrième faisceau, les antéro-postérieurs, commencent plus ou moins haut, chacun par un premier vaisseau. Je compléterai la description de ce pédoncule dans une autre occasion.

» Je termine cette Communication par quatre tableaux indiquant par des chiffres divers états que je viens d'esquisser, et les rapports de dimension des feuilles axillantes et de leurs bourgeons respectifs.

» Ces tableaux ne représentent pas toutes les feuilles et tous les bourgeons des rameaux donnés (ce qui serait superflu et rendrait la publication impossible), mais seulement des feuilles et leurs bourgeons pris çà et là de bas en haut, suivant une ligne verticale, de façon à faire ressortir l'ordre de naissance et d'accroissement des organes mentionnés.

» Le premier tableau concerne une jeune plante dont l'axe avait 70^{mm} au-dessus du collet, et dont toutes les feuilles étaient pourvues de leur bourgeon axillaire.

» Le deuxième tableau représente une branche de la base, dont l'axe avait 40^{mm} de hauteur. On y voit dans la région moyenne l'indication de l'espace où un nombre variable de feuilles n'ont pas encore de bourgeon dans leur aisselle, et dans la série supérieure des bourgeons on peut remarquer que ce ne sont pas les plus rapprochés de l'inflorescence qui sont les plus grands.

» Les tableaux III et IV montrent des rameaux encore dépourvus de rudiments floraux.

I.

Axe primaire de 70^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},65$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. (mm)	Bourgeons. (mm)
0,50	0,35
0,65	0,50
1,65	0,75
1,80	0,85
2,65	0,90
3,46	0,85
6,00	0,65

II.

Rameau inférieur avec axe de 40^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},60$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. (mm)	Bourgeons. (mm)
0,15	0,30
0,75	0,45
»	0,85
0,70	0,60
0,90	0,50
1,30	0,40
1,45	0,25

I.

Axe primaire de 70^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},65$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
7,00	0,55
9,00	0,40
12,00	0,55
19,00	0,95
32,00	1,30
50,00	2,00
81,00	4,50
112,00	10,15
134,00	13,00
180,00	27,00
215,00	32,00
177,00	37,50
Feuilles tombées.	23,00
»	13,00
»	7,00
»	5,50
»	4,50
»	3,10
»	1,50

II.

Rameau inférieur avec axe de 40^{mm}
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},60$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
1,70	0,20
2,15	0,10
2,10	0,0175
2,65	0,00
2,80	0,00
3,30	0,00
3,80	0,06
8,00	0,10
11,00	0,27
21,00	0,55
27,00	0,60
46,00	0,90
57,00	1,65
66,00	3,00
83,00	4,10
92,00	1,75
Feuilles inf. tombées	0,80
»	0,60
»	0,50

III.

Rameau avec axe de 15^{mm},
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
0,03.........	0,085
0,06.........	0,10
0,075........	0,125
0,15.........	0,14
0,19.........	0,115
0,25.........	0,065
0,33.........	0,085
0,40.........	0,02
0,43.........	0,05
0,50.........	0,00

IV.

Rameau avec axe de $3^{mm},50$
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
0,03........	0,085
0,04........	0,065
0,10........	0,06
0,15........	0,05
0,27........	0,05
....	....
....	....
0,65........	0,00
0,70........	0,00
0,90........	0,00

III.

Rameau avec axe de 15^{mm},
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
0,60	0,00
0,95	0,00
1,05	0,00
1,20	0,00
1,40	0,00
1,85	0,00
2,50	0,02
3,15	0,03
4,50	0,05
7,00	0,10
9,00	0,125
18,00	0,35
22,00	0,85

IV.

Rameau avec axe de 3^{mm},50
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
1,15	0,00
1,55	0,00
1,80	0,00
2,25	0,00
3,15	0,00
5,00	0,00

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'Académie reçoit, pour le Concours du prix Penaud, diverses Communications relatives à la navigation aérienne, de M. **Jouan**, de M. **Sellier**, de M. **V. Baston**, de M. **Ziegler**, de M. **E. Brunet**, de M. **L. Thirionet**, et d'un **Anonyme**, avec la devise « des ailes, des ailes, des ailes ».

(Renvoi au Concours Penaud.)

M. **Ch. Magnier** adresse, pour le Concours du prix La Fons Mélicocq, une série de Mémoires relatifs à la flore des environs de Saint-Quentin et de quelques autres régions.

(Renvoi au Concours La Fons Mélicocq.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie qu'il vient de recevoir une circulaire, émanant du Gouvernement des États-Unis, et établissant que le Congrès des États-Unis a invité le Président à convoquer

toutes les nations à une Conférence, en vue de l'adoption d'un méridien initial commun et d'une heure universelle. Cette circulaire expose, en outre :

1° Que le manque d'uniformité dans ces matières est, pour le commerce, une source d'embarras qui ont été particulièrement accrus par l'extension des chemins de fer et des lignes télégraphiques;

2° Que cette question a été discutée depuis plusieurs années, en Europe et en Amérique, par des corps savants et commerciaux qui ont reconnu la nécessité d'une entente générale;

3° Que l'initiative des mesures à prendre pour préparer cette entente a paru appartenir aux États-Unis qui, de tous les pays intéressés, possèdent le territoire le plus étendu en longitude.

Le Président des États-Unis, bien que convaincu des avantages qui découleraient de la réforme projetée, a décidé qu'il consulterait les principaux Gouvernements pour s'assurer si la réunion d'une Conférence internationale leur semble désirable.

(Cette question sera soumise à l'examen d'une Commission composée de la Section d'Astronomie et de la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 18e année du « Journal du ciel », publié par M. *Vinot*.

2° Le numéro de février 1882 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient une Note de M. *Ch. Henry* sur les deux plus anciens Traités français d'algorithme et de Géométrie, et les textes mêmes de ces deux Traités, d'après un manuscrit de la bibliothèque Sainte-Geneviève.

ASTRONOMIE. — *Réponse aux objections présentées par MM.* Faye *et* Hirn *à la théorie de l'énergie solaire.* Note de M. **C.-W. Siemens**.

« C'est avec hésitation que je me hasarde à présenter à l'Académie une nouvelle défense de mon hypothèse sur la conservation de l'énergie solaire. Je crains qu'il soit inopportun, de la part d'un physicien étranger à cette éminente assemblée, de soutenir avec tant de persistance ses idées contre deux de ses Membres les plus distingués.

» J'espère, néanmoins, que MM. Faye et Hirn me pardonneront mon insistance à essayer de démontrer en quel sens ils se méprennent, à mon avis,

au sujet de quelques-unes des lois et des conditions physiques sur lesquelles je me suis appuyé pour soutenir mes idées relativement à une question qui a attiré l'attention des physiciens de plusieurs pays.

» Dans sa Réponse au Dr Spörer (*Comptes rendus* du 4 décembre 1882), M. Faye élève contre mon hypothèse deux objections qui suffiraient, si on les admettait, à la ruiner de fond en comble.

» D'après lui, la force centrifuge qui s'exerce à l'équateur du Soleil ne dépasserait pas la $\frac{1}{48000}$ partie de sa gravité ou de la pesanteur à la surface de cet astre; de sorte qu'il ne saurait être question d'une projection de matière solaire dans l'espace, par cette force centrifuge, à moins que nous n'admettions l'exercice d'une force expansive hypothétique, analogue à celle qui paraît agir sur la queue des comètes. Je me hâte d'affirmer que je reconnais parfaitement la grande supériorité de l'attraction du Soleil sur sa force centrifuge, dont l'intensité serait, d'après mes calculs, 46800 fois plus faible, et que je ne suppose l'action d'aucune force expansive autre que celles dont nous pouvons vérifier expérimentalement les effets dans nos laboratoires.

» Afin de mettre en évidence, peut-être plus clairement que je ne l'ai fait jusqu'ici, l'origine du puissant courant centrifuge, que je considère comme la conséquence de l'existence d'un milieu matériel fluide, et si raréfié qu'il soit, j'examinerai ce qui se passerait dans un tube recourbé passant par l'équateur, par le centre et par l'un des pôles du Soleil, et dont les deux branches, à angle droit, s'étendraient indéfiniment dans l'espace. L'action de la gravitation solaire sur la matière renfermée dans les deux branches de ce tube aurait pour effet de lui donner, suivant la loi de Mariotte, la même densité aux points situés à la même distance du centre du Soleil et portés à la même température.

» L'ensemble du tube étant supposé immobile, tout accroissement élémentaire de la longueur de la colonne de matière dans l'une des branches, à la distance R du centre du Soleil, sera équilibré par une variation semblable dans l'autre branche; si l'on suppose, au contraire, la branche équatoriale de ce tube entraînée par la rotation du Soleil, l'équilibre des pressions vers le centre du Soleil sera immédiatement détruit, les deux variations à la distance R ne s'équilibreront plus; la matière de la branche équatoriale entraînerait, par son mouvement centrifuge, celle de la branche polaire vers le centre du Soleil; la matière, ainsi déplacée dans les deux branches du tube, serait immédiatement remplacée par de la matière intersidérale semblable, soumise aux mêmes actions motrices, aux mêmes per-

turbations d'équilibre, qui feraient avancer la colonne de matière du tube d'un pas encore dans la même direction. Cette même cause de destruction de l'équilibre s'exerçant d'une manière continue et pour toutes les valeurs de R, il en résulte qu'il s'établirait, de toute nécessité, un courant de matière sidérale, allant vers le centre du Soleil par la branche polaire du tube, et rayonnant de ce centre dans l'espace par la branche équatoriale.

» La gravitation solaire détermine la densité des colonnes gazeuses dans les deux bras du tube également, sans empêcher leur écoulement; au contraire, plus la densité due à la gravitation solaire est élevée, plus l'action de la force centrifuge est considérable sur la colonne de gaz et plus son écoulement est définitivement déterminé à travers ce tube hypothétique.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que ce qui est démontré pour l'espace limité de ce tube est aussi vrai pour toute matière libre qui s'étend du Soleil vers l'espace, suivant des directions polaires et équatoriales, et que l'on doit estimer la quantité de matière ainsi mise en circulation par deux facteurs, sa vitesse tangentielle à l'équateur solaire et l'immensité de l'étendue de cette région équatoriale. En s'écoulant vers l'espace, ce courant se répartirait sur des surfaces de plus en plus étendues, sa section d'écoulement s'agrandirait sans cesse, de manière à éteindre graduellement sa vitesse de rayonnement, à mesure que la densité de sa matière s'approcherait de celle du milieu interstellaire où se meut notre système solaire tout entier, et dans lequel elle finirait par se diffuser et se perdre, comme dans un océan sans limites, dès que son énergie de mouvement, actuelle ou cinétique, se serait convertie en énergie potentielle ou en pression. Cette énergie potentielle ou pression, affectant la matière dans l'espace, sert à engendrer, par une accélération graduelle de matière atténuée et sans cesse renouvelée, le courant gazeux vers les pôles du Soleil, comme dans le cas de notre tube hypothétique.

» C'est la rotation du Soleil qu'il faut considérer comme la puissance dont dérive la permanence de ce courant; mais, si l'on considère que ce courant arrive à la surface du Soleil avec une certaine vitesse, on voit que le Soleil ne doit lui fournir que l'impulsion nécessaire pour effectuer sa déviation ou changer le sens de son mouvement et vaincre les résistances de ses frottements intermoléculaires. La seconde loi de la Thermodynamique, telle que l'ont développée Clausius et Rankine, s'applique au développement de cette action mécanique, en ce sens que son accomplissement doit occasionner une descente d'une certaine quantité de la chaleur solaire d'un potentiel élevé à un potentiel plus bas; mais, comme le travail mécanique

à dépenser, pour l'établissement et la conservation de ce courant, est très faible en comparaison de l'énergie chimique de la dissociation, phénomène auquel la seconde loi de la Thermodynamique ne peut plus s'appliquer, le refroidissement du Soleil correspondant à cette production de travail doit être aussi relativement faible; il se peut qu'il soit compensé par la contraction du Soleil dont Helmholtz a démontré l'immense énergie, ou par la chute de corps planétaires, comme l'ont suggéré Mayer, Waterston et sir William Thomson; cette chaleur peut enfin être restituée, de l'intérieur du Soleil, par des courants de convection.

» Il est intéressant de remarquer que cette action mécanique du Soleil s'accomplit avec la moindre dépense possible de chaleur solaire, puisque la chute de température $t - t_1$ qui caractérise l'économie de toute machine calorique s'y élève à 2930° environ, tandis que la plus haute chute de température dont nous disposions pour nos machines à vapeur ne dépasse guère 130°.

» M. Faye, se référant aux recherches du D^r Spœrer et à ses propres études si importantes sur les déviations irrégulières de la latitude héliocentrique des taches du Soleil, fait remarquer que sir John Herschel s'est trompé en attribuant l'existence de ces taches à un courant solaire équatorial, dû à l'aplatissement polaire de l'atmosphère du Soleil. J'accepte l'opinion de M. Faye, que l'on ne peut guère attribuer qu'un courant équatorial inappréciable à la dépression très faible des pôles du Soleil, mais je crois pouvoir penser que, si sir John Herschel avait eu l'idée de l'existence d'un courant polaire de matière extrêmement raréfiée, prenant naissance à l'extérieur de l'atmosphère du Soleil, les déductions relatives à l'origine des taches auraient été d'accord avec les faits d'observation.

» Nous retrouvons, sur notre Terre, des conditions analogues à celles que mon hypothèse suppose exister sur le Soleil, mais dans un ordre inverse, sous la forme d'un courant équatorial d'air atmosphérique échauffé et détendu. Ce courant équatorial des vents alisés donne naissance, dans nos latitudes, aux cyclones dont l'approche, vers nos côtes de l'ouest, nous est fréquemment signalée par les dépêches d'Amérique. Ces courants tourbillonnaires subissent quelques déviations en traversant l'Atlantique, mais ils suivent nécessairement, en masse et conformément aux lois des tourbillons, une direction vers l'est : si l'on pouvait les observer d'un point de l'espace, ils sembleraient tourner autour de la Terre en vingt-trois heures environ. Le courant que je suppose dans l'atmosphère du Soleil, allant des pôles à l'équateur, y produirait des cyclones marchant dans une direction opposée,

c'est-à-dire paraissant tourner autour du Soleil et dans le même sens que lui en vingt-sept jours au lieu de vingt-cinq. Leurs déviations, dans la latitude héliocentrique, seraient influencées par le courant original dirigé vers l'équateur et par leur propre action de tourbillonnement, dans la lourde atmosphère de vapeurs métalliques du Soleil, action qui les pousserait vers les pôles.

» On me demandera sans doute d'expliquer cette dernière action ; je l'attribue à cette circonstance, qu'un cyclone occupant, par exemple, 1° au 30e degré de latitude, aurait, en avançant latitudinalement, moins de matière à déplacer du côté tourné vers les pôles, où le diamètre du Soleil est plus petit, que du côté de l'équateur où ce diamètre est plus grand. Rencontrant une moindre masse à déplacer dans le petit cercle de son tourbillon tourné vers le pôle et, par conséquent, moins de résistance de ce côté, le cyclone tendra à se diriger vers son pôle. L'importance relative des deux forces agissant sur le cyclone dépendrait de la profondeur à laquelle il plongerait dans les vapeurs métalliques inférieures — ou de la dimension de la tache — et de sa distance angulaire du pôle. Cette pression de tourbillon augmenterait nécessairement avec le degré de sa latitude solaire, ce qui fournirait une explication rationnelle de l'importante observation du Dr Spörer, d'après laquelle les taches situées aux latitudes élevées du Soleil tendraient vers les pôles, tandis que celles qui sont situées dans les régions équatoriales se dirigeraient plus fréquemment vers l'équateur. — Il serait important de savoir si, dans une même latitude, les taches les plus profondes ou les plus étendues ne se dirigent pas plus souvent vers les pôles, et les plus petites ou les moins profondes vers l'équateur.

» Si le ralentissement observé de la photosphère du Soleil provenait d'un brusque transport de matière, d'un rayon solaire à un rayon plus grand, ce ralentissement ne pourrait certainement pas être moindre à l'équateur qu'aux pôles, et il n'y aurait apparemment aucune raison pour que la distribution des taches fût autre, aux pôles et à l'équateur même, que dans les régions intermédiaires.

» En admettant que l'atmosphère inférieure du Soleil fût constituée par des vapeurs métalliques comparativement lourdes et à une température très élevée, les cyclones auraient pour effet d'attirer la matière photosphérique dans la cheminée de leur tourbillon : la dissociation solaire, à laquelle M. Hirn a fait allusion, s'y produirait à coup sûr en donnant lieu, tout d'abord, à une dépression locale de température, produisant une apparence

sombre, puis à une action explosive, occasionnée par une diminution temporaire de pression, à une grande profondeur, à l'intérieur de la masse du Soleil. On verrait aussi apparaître, sur le fond noir de la tache, des courants de vive lumière, partout où la matière dissociée atteindrait, de nouveau, une température suffisamment élevée pour renouveler sa combustion.

» Je suis donc disposé à admettre, avec M. Hirn, qu'il peut se produire, à la surface même du Soleil, des redissociations, mais la production finale de chaleur, due aux courants centripètes et centrifuges que je suppose, doit être déterminée par l'état chimique de la matière de ce courant à son entrée dans la photosphère et à sa sortie, les changements d'état intermédiaires n'ayant d'autre résultat que d'occasionner des perturbations locales, sans affecter la balance finale de cause et d'effet.

M. Hirn formule, contre la validité de mon hypothèse, deux objections distinctes que je vais essayer de réfuter.

» J'admire, comme lui, l'ingéniosité et la grande valeur des recherches de M. Langley « sur la température du Soleil » exposées dans les *Comptes rendus* de l'*American Academy of Arts and Sciences* du mois de mai 1879, bien que je diffère avec lui d'opinion sur quelques-unes des conclusions qu'il déduit de ces recherches. J'accepte entièrement la conclusion de M. Langley que « les déterminations de M. Violle, qui donnent pour la » température de la photosphère le chiffre de 1500° seulement, aboutissent » à un résultat beaucoup trop bas, que l'on peut démontrer que cette tem- » pérature, certainement supérieure à 1800°, l'est peut-être de beaucoup. » J'admets de même, avec M. Langley, que l'intensité de la chaleur de radiation du Soleil doit être quelque chose comme 100 fois au moins plus grande que celle du platine en fusion, mais en faisant remarquer qu'il faut bien se garder, comme il le dit lui-même, de croire que cette radiation considérable suppose une température quelconque supérieure à son minimum de 1800°.

» Dans ses expériences de calorimétrie quantitative, M. Langley compare à la photosphère gazeuse une surface brillante et nette de ce métal fondu, sans tenir aucun compte de l'important facteur *m* de la formule de Dulong et Petit. M. Langley ne cherche pas non plus à établir la loi qui relie la radiation calorifique aux accroissements de températures. Je puis faire remarquer ici que la température de 2800°, à laquelle je suis arrivé par un mode de raisonnement différent, est supérieure de précisément 1000° au minimum de M. Langley, différence complètement suffisante, à mon avis, pour harmoniser ses observations avec les miennes.

» L'opinion de sir William Thomson sur cette question ne saurait manquer d'intéresser tous les physiciens. Voici comment il s'exprime dans un Mémoire récent « sur les mesures photométriques » présenté à la *Philosophical Society* : « En 1878, Rosetti reconnut que la température du » Soleil devait être de 9000° environ, mais la valeur la plus probable que » l'on ait encore assignée à cette température est peut-être celle de 3000° » environ, proposée par le D[r] C.-W. Siemens. »

» Je suis parfaitement disposé à admettre, avec M. Hirn, et d'après les recherches de Clausius, que la température d'un foyer de lumière ou de chaleur ne peut jamais excéder celle de la surface dont émane cette énergie rayonnante : il est évident que la température produite au foyer d'un miroir parabolique dirigé vers le disque du Soleil ne peut pas dépasser la température du Soleil, mais je maintiens qu'elle peut en approcher beaucoup plus que M. Hirn ne paraît disposé à l'admettre, pourvu que le miroir soit construit avec beaucoup de soin, suffisamment grand et placé à une grande hauteur. C'est une question qui a considérablement attiré mon attention, et j'ai, il y a quelques années, monté un héliostat muni d'un excellent miroir parabolique argenté, de $0^m,18$ de diamètre, à ma maison de campagne de Tunbridge Wells, située à une hauteur de 160^m environ au-dessus de la mer. Le principal objet que j'avais en vue était de voir si l'on pouvait produire la dissociation au foyer de ce miroir : la température y était telle qu'une pointe de charbon, poussée par un trou au sommet du paraboloïde du miroir, devenait tout à coup vivement lumineuse dès qu'elle arrivait au foyer, mais pas plus qu'elle ne l'eût été dans un arc électrique de faible puissance.

» Une de mes expériences consista à faire arriver une flamme de gaz ordinaire au foyer du miroir, quand les rayons du Soleil y produisaient un effet suffisant pour retarder, sans la suspendre, la combustion du gaz; l'effet produit fut, en réalité, semblable à celui que l'on observe dans mes fours à régénérateur de chaleur, employés pour la fabrication de l'acier doux ou du fer fondu. Dans ces fours le métal atteint, à peu de chose près, la même température que dans le convertisseur Bessemer, tandis que la partie supérieure du réverbère, au-dessus du bain de métal, atteint une température beaucoup plus élevée, parce que la chaleur de la flamme est communiquée au métal à travers une couche épaisse de scories. Il est intéressant d'observer que, quand un pareil four a été porté à sa plus haute température, la flamme y présente une coloration franchement bleuâtre et la combustion s'y trouve considérablement ralentie par un état partiel de dissociation. Les parois

du four, en pure silice, atteignent nécessairement presque la même température que la flamme; cependant, dès que l'on ouvre la porte du four en fermant du même coup l'admission du gaz, il se manifeste immédiatement une diminution extraordinaire de l'énergie rayonnante, qui indique combien l'atmosphère gazeuse incandescente est supérieure en puissance de rayonnement à la substance réfractaire.

» Je n'ai pu obtenir des effets calorifiques supérieurs à ceux de mes fours régénérateurs à gaz que par le moyen de mon foyer électrique, dont M. Dumas a vu le fonctionnement à l'Exposition d'Electricité de Paris et sur lequel je crois intéressant d'attirer l'attention de l'Académie. A l'aide d'un courant de 250 à 300 ampères, j'ai réussi à fondre 4^{kg} de platine en un quart d'heure, en commençant l'opération avec un creuset froid; désireux de pousser plus loin l'expérience en matière de fusion électrique, j'obtins le concours de mon ami le professeur Huntington, dans une série de recherches dont les résultats ont été communiqués à la section de Chimie de l'Association britannique, au meeting de Southampton, en août dernier, et publiés dans l'*Engineer* du 8 septembre, dont j'ai l'honneur d'adresser un exemplaire à l'Académie ([1]).

» La difficulté d'appliquer ce foyer aux opérations pratiques de la métallurgie provenait principalement de ce que, pendant la fusion, une grande partie du métal ou de la matière soumise à son traitement se volatilisait et s'échappait, avec une grande violence, à travers les plus petites crevasses de le chambre close du fourneau. C'est ainsi que, dans une expérience, un poids de 340^{gr} de cuivre ne laissa plus au fond du creuset que 21^{gr}, après un traitement d'une demi-heure; le reste remplissait la salle, sous la forme d'une vapeur épaisse et difficile à condenser. La température du foyer était pratiquement limitée, dans ces expériences, par le point où même les matières les plus réfractaires, telles que le tungstène, passent à l'état gazeux : de ce que la volatilisation des métaux se produisait avant leur fusion complète, j'en ai conclu que leur température de vaporisation n'est pas supérieure de beaucoup à leur point de fusion.

» En ce qui concerne la résistance de frottement des milieux très raréfiés, M. Hirn considère comme nécessaire de s'en tenir à cette densité infiniment faible de $0^{kg},000\,000\,000\,000\,000\,1$, mentionnée dans sa Commu-

---

([1]) On trouvera une analyse de ce Mémoire dans le journal *La Lumière électrique* du 2 décembre 1882 et une description complète des creusets électriques dans ma brochure *Le gaz et l'électricité comme agents de chauffage*, publiée dans les *Actualités scientifiques* de M. Gauthier-Villars.

nication précédente. Ce degré d'atténuation si considérable suffirait encore à la réalisation de mon hypothèse, pourvu qu'il s'étendît à une distance du Soleil égale à celle de Neptune ou d'Uranus; mais j'espère démontrer bientôt, d'une façon plus complète, que la résistance opposée au mouvement des planètes par ce milieu même serait, si on la calculait au moyen des formules ordinairement appliquées dans la Balistique, infiniment supérieure à la résistance réelle d'un milieu libre et indéfini. M. Froude n'a pas nié, et je suis loin de le méconnaître, la grande résistance de frottement que doit rencontrer dans l'air un projectile de faibles dimensions, ou les météorites qui pénètrent dans notre atmosphère, avec une vitesse considérablement accélérée par l'attraction terrestre, pendant qu'elles se rapprochent de notre planète; mais il résulte à la fois de la théorie des lignes de courant de Froude, et de mes propres observations sur les plaques d'anémomètres de grandes et de petites surfaces, que la résistance opposée, par un milieu indéfini et libre, au passage d'un corps de grand volume ou de grande surface, augmente bien plutôt proportionnellement au développement de son contour qu'à sa surface. Je puis ajouter que les observations les plus récentes de MM. Fowler et Bower, au *Frith of Forth*, confirment celles que j'ai mentionnées dans ma dernière Communication. J'espère être bientôt en mesure de présenter quelques preuves expérimentales de la validité de mes hypothèses, au moyen d'un appareil actuellement en construction. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode pour photographier la couronne dans une éclipse de Soleil.* Note de M. **W. Huggins.**

« Il n'est pas nécessaire d'insister sur la grande importance que présenterait, pour l'avancement de la science solaire, la possibilité de photographier la couronne, jour par jour, et ainsi d'être à même de confronter les changements continuels qui s'y produisent, avec les autres phénomènes qui sont soumis à des variations. Comme la lumière de la couronne donne généralement un spectre continu, la méthode spectroscopique, employée pour l'observation des protubérances, ne peut ici être appliquée.

» La photographie du spectre de la couronne, prise en Égypte le 17 mai dérnier, avec un spectroscope à fente, nous montre que la couronne est très intense dans la partie du spectre comprise entre G et H. Près de H, cette lumière commence à s'affaiblir très rapidement.

» Si l'on pouvait, au moyen d'écrans, de verres colorés, ou de solutions chimiques, isoler cette partie du spectre, la lumière de la couronne serait peut-être assez intense, par rapport à l'éclat de l'atmosphère terrestre, pour faire que les points du ciel immédiatement voisins de la couronne fussent sensiblement plus brillants que les autres parties, où l'éclat terrestre existe seul. Mais, dans les conditions de climat de notre pays, il est évident que la lumière de la couronne ne peut ajouter que très peu à l'éclat de l'atmosphère, qui est presque toujours très intense près du Soleil.

» L'œil peut bien apercevoir la partie du spectre comprise entre G et H, mais il n'a pas, pour des nuances d'illuminations très peu différentes entre elles, une sensibilité aussi grande que celle qu'il possède pour la lumière des parties plus moyennes du spectre.

» Des expériences de laboratoire m'ont montré que, par la photographie, on peut accentuer, pour ainsi dire, les très petites différences d'illumination qui se produisent sur une surface blanche, comme celle d'une feuille de papier, et les rendre, dans les clichés, plus visibles qu'elles ne le sont lorsque l'on regarde le papier à l'œil. Il faut aussi prendre en considération que la couronne est très complexe, quant à sa forme, et présente une multiplicité de nuances d'illumination difficile à représenter correctement, tandis que, par la photographie, on peut obtenir, avec une exposition instantanée, une représentation complète où tous ces détails sont minutieusement reproduits.

» C'est pour ces raisons que j'ai eu recours à la photographie ; il serait possible, cependant, que, dans des conditions plus favorables de climat et d'élévation, on parvînt à distinguer la couronne directement, à la vue.

» Pour isoler la partie du spectre comprise entre G et H, je me suis servi d'abord de plaques de verre violet ; puis d'une forte dissolution de manganate potassique, contenue dans une auge étroite limitée par des faces de verre planes et polies. Ces écrans isolants sont placés immédiatement avant la couche sensible, pour éviter autant que possible les aberrations optiques. Sur le revers des plaques, il faut étendre une solution d'asphalte dans le benzol.

» Mes premiers essais ont été faits avec des lentilles photographiques, mais les défauts des instruments se manifestèrent toujours, avec un objet aussi brillant que le Soleil, par des résultats peu satisfaisants sur les plaques.

» J'ai eu recours alors à un télescope de Newton ; le miroir avait un diamètre de 6 pouces ($0^{m},16$) ; mais il était réduit, dans mes expériences, à 3 pouces ($0^{m},08$) ; la distance focale était de $3\frac{1}{2}$ pieds ($1^{m},13$). Cet instru-

ment donne une image photographique du Soleil très nette et sans aucun défaut sensible.

» Lorsque l'exposition est très rapide, on peut voir, autour du Soleil, dans des conditions d'illumination convenables, la couronne intérieure, qui est plus régulière de forme que la couronne extérieure, et présente une étendue d'environ un quart du diamètre solaire en dedans du bord de l'image du Soleil.

» Une exposition un peu moins rapide produit un renversement de l'image photographique du Soleil ; la couronne intérieure se perd dans la couronne extérieure et celle-ci apparaît noire, comme dans une épreuve négative.

» Si l'exposition est encore un peu plus longue, le renversement se produit à la fois pour l'image solaire et la couronne, mais non pas dans les parties de la plaque voisines de celles où existe la lumière atmosphérique seule. Dès lors, la plaque représente la couronne en blanc, comme dans une épreuve positive ; mais elle représente en noir les points où l'éclat atmosphérique existe seul. On peut tracer facilement les rayons rectilignes, les rayons courbés et les autres formes variées qui caractérisent la couronne.

» J'ai pu prendre une vingtaine de plaques entre le mois de juin et la fin de septembre. La comparaison de ces plaques avec les clichés pris en Égypte par M. le Professeur Scheester ne permet pas de douter que l'apparence obtenue sur mes plaques soit bien celle de la couronne. On peut même reconnaître, sur une plaque prise le 28 septembre, quelques grands rayons; un groupe de trois rayons et quelques rayons courbés, qui sont essentiellement les mêmes, pour la forme et pour la position, que les rayons reproduits sur le cliché pris le 17 mai pendant l'éclipse de Soleil.

» M. le capitaine R.-E. Abney m'autorise à dire qu'il a comparé très soigneusement mes plaques avec celles qui avaient été prises pendant l'éclipse de mai.

» Il ne doute pas que j'aie réussi, par la méthode que je viens de décrire, à photographier la couronne en tout temps, sans qu'il soit nécessaire d'attendre une éclipse qui n'a lieu qu'une quinzaine de fois par siècle. Ma méthode permettrait, surtout dans un meilleur climat que le nôtre et à une élévation considérable, d'étudier jour par jour ce phénomène variable, qui est d'une si haute importance pour l'avancement de nos connaissances sur le Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les cercles géodésiques.* Note de M. G. Darboux.

« Considérons sur une surface les courbes fermées qui limitent une aire de grandeur donnée. On sait que celle d'entre elles qui a la plus petite longueur doit avoir sa courbure géodésique constante en chaque point. Je donnerai, avec le plus grand nombre des géomètres, le nom de *cercles géodésiques* aux courbes, fermées ou non, jouissant de la propriété d'avoir leur courbure géodésique constante. Elles satisfont, comme on sait, à une équation différentielle du second ordre. Je me propose d'établir, dans cette Communication, qu'on peut appliquer à l'étude de cette équation différentielle les méthodes qui ont été employées par Jacobi pour la détermination des lignes géodésiques.

» Considérons une surface quelconque, et supposons, pour plus de simplicité, que l'on rapporte ses points à des coordonnées curvilignes rectangulaires. Le carré de l'élément linéaire aura la forme suivante :

$$ds^2 = A^2\,du^2 + C^2\,dv^2,$$

et l'aire d'une courbe tracée sur la surface sera représentée par l'intégrale double

$$\iint AC\,du\,dv.$$

» Je détermine d'une manière quelconque deux fonctions θ, σ satisfaisant à l'équation

$$\frac{\partial\theta}{\partial v} - \frac{\partial\sigma}{\partial u} = AC.$$

L'intégrale double précédente pourra être remplacée par l'intégrale simple

$$-\int \theta\,du + \sigma\,dv,$$

étendue au contour de l'aire. On sait alors, d'après les principes du Calcul des variations, que les cercles géodésiques sont les courbes qui annulent la variation première de l'intégrale

$$\int \sqrt{A^2\,du^2 + C^2\,dv^2} - k(\theta\,du + \sigma\,dv),$$

où k désigne une constante arbitraire.

» Il suffit maintenant d'appliquer un théorème général de Jacobi pour obtenir la proposition suivante :

» V *désignant une fonction des deux variables u, v, on formera l'équation aux dérivées partielles*

$$\frac{\left(\frac{\partial V}{du} - k\theta\right)^2}{A^2} + \frac{\left(\frac{\partial V}{\partial v} - k\sigma\right)^2}{C^2} = 1.$$

» *Supposons que l'on en connaisse une solution quelconque, contenant une arbitraire α. L'équation finie des cercles géodésiques sera*

$$\frac{\partial V}{\partial \alpha} = \beta,$$

β désignant une autre constante. On voit que cette équation contient les trois arbitraires α, β, k.

» *De plus, la tangente en chaque point du cercle géodésique sera définie par les deux équations*

$$A^2 \frac{du}{ds} = k\theta + \frac{\partial V}{du}, \quad C^2 \frac{dv}{ds} = k\sigma + \frac{\partial V}{\partial v}.$$

» Appliquons d'abord cette méthode générale aux surfaces de révolution. On aura alors

$$A = 1, \quad C = \varphi'(u), \quad \sigma = -\varphi(u), \quad \theta = 0.$$

L'équation à intégrer devient

$$\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial u}\right)^2 + \left[\frac{\partial V}{\partial v} + k\varphi(u)\right]^2}{\varphi'^2(u)} = 1.$$

Elle admet l'intégrale particulière

$$V = \alpha v + \int \frac{du}{\varphi'(u)} \sqrt{\varphi'^2(u) - [\alpha + k\varphi(u)]^2},$$

et l'équation finie des cercles géodésiques est

$$v = \int \frac{du[\alpha + k\varphi'(u)]}{\varphi'(u)\sqrt{\varphi'^2(u) - [\alpha + k\varphi(u)]^2}}.$$

Il serait aisé de l'obtenir aussi en intégrant directement l'équation différentielle du second ordre des cercles géodésiques.

» J'examinerai en second lieu les surfaces qui ont d'abord été étudiées

par M. Maurice Lévy et qui jouissent de propriétés analogues à celles de la spirale logarithmique. L'élément linéaire de ces surfaces a pour expression

$$ds^2 = e^{2v}[du^2 + \varphi'^2(u)dv^2].$$

Ici l'on a

$$A = e^v, \quad C = e^v\varphi', \quad \theta = 0, \quad \sigma = -e^v\varphi(u).$$

L'équation aux dérivées partielles devient

$$\left(\frac{\partial V}{\partial u}\right)^2 e^{-2v} + \left[\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial v}\right)e^{-v} + k\varphi(u)}{\varphi'(u)}\right]^2 = 1.$$

Si l'on pose $V = e^v U$, U ne dépendant que de u, on aura l'équation du premier ordre

$$\left(\frac{dU}{du}\right)^2 + \left[\frac{U + k\varphi(u)}{\varphi'(u)}\right]^2 = 1.$$

La solution est ramenée à l'intégration complète de cette équation du premier ordre.

» J'aurai, si l'Académie veut bien le permettre, à revenir sur ce sujet et à présenter quelques remarques essentielles sur le problème du Calcul des variations qui a donné naissance à la théorie des cercles géodésiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Hermite.

« Lorsqu'une équation différentielle linéaire Y d'ordre p, à coefficients rationnels, possède un système fondamental d'intégrales dont tous les termes sont racines d'une équation algébrique H, à coefficients rationnels et irréductible, il existera, entre les m racines de H, n et seulement n équations linéaires, homogènes, à coefficients constants (n désignant la différence $m - p$ entre le degré m de H et l'ordre p de Y).

» On voit sans peine qu'une substitution quelconque s du groupe G de H équivaut à une substitution linéaire σ effectuée entre les n premiers membres des équations linéaires homogènes à coefficients constants, mentionnées plus haut. Le groupe Γ dérivé des substitutions σ est l'un des groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire à n variables. Les groupes G et Γ sont évidemment isomorphes; à l'aide des propositions que divers géomètres, notamment M. Jordan, ont fait connaître au sujet des groupes

linéaires Γ d'ordre fini, il est possible de déterminer la nature du groupe G, et par suite celle des intégrales de Y.

» I. Si m est un nombre premier, les groupes G et Γ sont isomorphes sans hémiédrie, et l'équation H est une équation de Galois. L'équation différentielle possède un système fondamental, dont toutes les intégrales sont de la forme $\sqrt[m]{u}$, les u étant ϖ à ϖ racines d'une même équation algébrique de degré ϖ, à coefficients rationnels, irréductible et abélienne. L'entier ϖ est : 1° un diviseur de $m-1$ et de n si Y possède une intégrale rationnelle, 2° un diviseur de $m-1$ et de $n-1$ si Y est dépourvu d'intégrale rationnelle.

» Le théorème ne souffre pas d'exceptions pour $n \leq 3$; si $n > 3$, il existe pour chaque valeur de n une limite Λ, telle que si $m > \Lambda$, le théorème s'applique de plein droit.

» II. Si m est un nombre composé quelconque, $m = \mathrm{ML}$, les groupes G et Γ peuvent être isomorphes avec hémiédrie; plusieurs substitutions de G peuvent correspondre à une substitution de Γ. Lorsque cela a lieu, H résulte de l'élimination de ζ entre les deux équations

$$(1) \quad \eta^{\mathrm{M}} + \mathrm{A}_1(\zeta, x)\eta^{\mathrm{M}-1} + \ldots = 0 \quad \text{et (Z)} \quad \zeta^{\mathrm{L}} + \mathrm{B}_1(x)\zeta^{\mathrm{L}-1} + \ldots = 0.$$

$\mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{B}_1, \ldots$ désignent des fonctions rationnelles, et x la variable indépendante. Le groupe G' de (Z) est isomorphe à Γ sans hémiédrie.

» On a forcément $\mathrm{L} \geq n$; si $\mathrm{L} = n$, les deux équations (1) prennent la orme

$$\eta^{\mathrm{M}} + \mathrm{A}_2(\zeta, x)\eta^{\mathrm{M}-2} + \ldots = 0 \quad \text{et} \quad \zeta^n + \mathrm{B}_1(x)\zeta^{n-1} + \ldots = 0;$$

elles ne sont pas autrement définies.

» Lorsque $\mathrm{L} > n$, on peut toujours former une équation à coefficients rationnels et irréductible (Ξ), qui jouira des propriétés suivantes : 1° les L racines $\xi_0, \ldots, \xi_{\mathrm{L}-1}$ de Ξ sont des intégrales de Y, et $\mathrm{L} - n$ de ces intégrales seront linéairement indépendantes; 2° le groupe G de (Ξ) est isomorphe à Γ sans hémiédrie; 3° l'équation (Ξ) devient abélienne, par la résolution d'une équation auxiliaire Φ, dont l'ordre et le degré ne dépendent que de n. L'équation (Z) définie plus haut jouit de cette même propriété.

» L'application de la méthode générale aux cas $n = 1, 2, 3$ donne lieu aux remarques suivantes :

» $n = 1$. — Les L racines de (Ξ) sont de la forme $\sqrt[\lambda]{u}$, λ étant un diviseur de L, et u une quantité rationnelle.

» $n = 2$. — 1° L'équation auxiliaire Φ définie comme plus haut a pour degré 1 ou 2; 2° toutes les L racines de (Ξ) sont de la forme $\sqrt[\lambda]{u}$, où λ est un diviseur de L, et u une fonction rationnelle des racines d'une équation à coefficients rationnels et irréductibles ν. Cette équation ν a pour degrés 4 ou 5; si le degré de ν est 5, le discriminant de ν est carré. Les deux cas principaux de l'hypothèse $n = 2$ se retrouvent pour $n = 3$.

» $n = 3$. — 1° L'équation Φ a pour degré 1, 2, 3, 4 ou 5; si le degré de Φ est 5, le discriminant est carré; 2° l'équation ν définie comme pour $n = 2$ a l'une des formes suivantes :

» (α) ν est du cinquième degré et à discriminant carré;

» (β) ν a pour degré 7, et se réduit à une équation de Galois, après la résolution d'une équation du second degré;

» (γ) ν est une équation hessienne du neuvième degré.

» Le cas particulier où m est premier et $n < 4$ avait déjà été traité par moi dans une Thèse présentée, en juillet 1882, à la Faculté des Sciences de Paris. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Communication de M.* de Jonquières *relative aux nombres premiers* [1]. Note de M. **R. Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Pour une valeur positive entière quelconque μ, désignons par a_μ, b_μ, ..., f_μ les nombres premiers non supérieurs à $n^{\frac{1}{\mu}}$; par p_μ, q_μ, ..., s_μ les nombres premiers supérieurs à $n^{\frac{1}{\mu}}$ et non supérieurs à n. D'après cela, les termes de la série à gauche de (I) seront partagés en deux parties, dont la première contient comme dénominateurs de n l'unité et toutes les combinaisons faites sans répétition des nombres a_μ, b_μ, ..., f_μ, tandis que la seconde contient tous les termes restants. Pour embrasser du même coup d'œil les unes et les autres, on peut former, pour les nombres de la première sorte, le produit $(1 - a_\mu)(1 - b_\mu)\ldots(1 - f_\mu)$, dont le développement donne tous les nombres requis, affectés du signe propre au terme respec-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1344; 1882.

tif de la série (I). Les nombres de la seconde sorte sont représentés en y joignant le produit des facteurs $(1-p_\mu)$, ..., $(1-s_\mu)$. Mais, parce que les nombres exigés sont tels qu'ils ne surpassent pas la limite n, et qu'un produit de μ des nombres p_μ, q_μ, ..., s_μ surpassera cette limite nécessairement, on conçoit que les combinaisons valables sont tout au plus du degré $\mu-1$ par rapport aux p_μ, q_μ, ..., s_μ. Or, en dénotant les fonctions symétriques qui entrent dans le développement du produit mentionné comme il suit,

$$\Sigma p_\mu = A_1, \quad \Sigma p_\mu q_\mu = A_2, \quad \ldots,$$

les nombres de la seconde sorte sont représentés avec les signes des termes correspondants de la série (I) par le développement de l'expression

$$(1-a_\mu)(1-b_\mu)\ldots(1-f_\mu)[-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-1}].$$

» Cela étant, on peut se servir derechef du théorème (I) pour exprimer la somme d'une suite de termes de la seconde partie de la série (I). Soit k_α un nombre composé de α nombres différents pris dans les groupes p_μ, q_μ, ..., s_μ. Alors la somme

$$\left[\frac{n}{1.k_\alpha}\right]-\left[\frac{n}{2.k_\alpha}\right]-\left[\frac{n}{3.k_\alpha}\right]\pm\ldots,$$

continuée tant que les dénominateurs ne surpassent pas la valeur n, acquiert la valeur de l'unité. A cet effet, la série des nombres $1, -2, -3, \ldots$, employés comme facteurs de k_α, est complètement représentée par le tableau

$$(1-a_\mu)(1-b_\mu)\ldots(1-f_\mu)[1-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-\alpha-1}],$$

vu que le nombre k_α, multiplié par $\mu-\alpha$ facteurs pris du groupe p_μ, q_μ, ..., s_μ surpassera nécessairement la valeur n. Partant, essayons de déterminer des fonctions B_α entières et symétriques du degré α des nombres p_μ, q_μ, ..., s_μ de manière à vérifier l'équation

$$\begin{aligned}(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)&[-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-1}]\\ =(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)&[-B_1(1-A_1\pm\ldots+(-1)^{\mu-2}A_{\mu-2}]\\ &-B_2[1-A_1\pm\ldots+(-1)^{\mu-3}A_{\mu-3}-\ldots-B_{\mu-1}].\end{aligned}$$

» Le produit $(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)$ ôté, en ayant égard aux degrés respectifs

des fonctions, on trouve le système d'équations récurrentes

$$\begin{aligned}
A_1 &= B_1,\\
A_2 &= -B_2 + B_1 A_1,\\
A_3 &= B_3 - B_2 A_1 + B_1 A_2,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
A_{\mu-1} &= (-1)^{\mu-1} B_{\mu-1} + (-1)^{\mu-2} B_{\mu-2} A_1 \pm \ldots + B_1 A_{\mu-2}.
\end{aligned}$$

» Voilà le système qui détermine les coefficients du développement de l'expression algébrique

$$\frac{z^\lambda}{z^\lambda - A_1 z^{\lambda-1} + A_2 z^{\lambda-2} \mp \ldots + (-1)^\lambda A\lambda} - 1,$$

où λ dénote le nombre exprimant ce qu'il y a de nombres p_μ, q_μ, ..., s_μ; le développement fait suivant les puissances négatives de la variable z produit la série

$$\frac{B_1}{z} + \frac{B_2}{z^2} + \frac{B_3}{z^3} + \ldots.$$

» Or l'expression algébrique étant égale à la suivante

$$\frac{z^\lambda}{(z-p_\mu)(z-q_\mu)\ldots(z-s_\mu)} - 1,$$

la multiplication des facteurs $\frac{z}{z-p_\mu} = 1 + \frac{p_\mu}{z} + \frac{p_\mu^2}{z^2} + \ldots$ fait voir que B_1 est égal à la somme des nombres premiers p_μ, q_μ, .., s_μ; B_2, égal à la somme de toutes les combinaisons prises à deux avec répétition, et ainsi de suite. Par là on conclut que la seconde partie de la série (I) devient maintenant égale à une somme d'unités négatives, dont le nombre mesure celui de tous les nombres contenus dans les sommes introduites $B_1, B_2, \ldots, B_{\mu-1}$. Mais ce sont tous les nombres P_μ, Q_μ, .., qui ont la propriété d'être formés exclusivement des nombres premiers $p_\mu, q_\mu, \ldots, s_\mu$, et de ne pas surpasser la quantité n. Si leur nombre est désigné par $L_\mu(n)$, c'est ainsi que l'on parvient à l'équation générale

$$\text{(V)} \qquad \left(\left[\frac{n}{1}\right] - \left[\frac{n}{2}\right] - \left[\frac{n}{3}\right] \mp \cdots\right)_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = 1 + L_\mu(n).$$

» En appliquant des procédés pareils aux trois équations (II), on en

conclut les trois équations correspondantes (VI)

$$\left\{F(n) - F\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - F\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = n + \left[\frac{n}{P_\mu}\right] + \left[\frac{n}{Q_\mu}\right] + \cdots;$$

$$\left\{G(n) - 2G\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - 3G\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = n + P_\mu\left[\frac{n}{P_\mu}\right] + Q_\mu\left[\frac{n}{Q_\mu}\right] + \cdots;$$

$$\left\{D(n) - D\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - D\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = \Phi(n) + \Phi\left(\left[\frac{n}{P_\mu}\right]\right) + \Phi\left(\left[\frac{n}{Q_\mu}\right]\right) + \cdots.$$

» Chacune de ces quatre équations comprend un cycle de théorèmes arithmétiques que l'on parcourt en commençant par la valeur $\mu = 2$ et en terminant par la valeur de μ la plus petite, telle que 2^μ soit plus grand que n. En passant d'une valeur quelconque de μ à la valeur $\mu + 1$, l'ensemble des nombres premiers $p_\mu, q_\mu, \ldots, f_\mu$ croîtra s'il change de valeur en passant à l'ensemble des nombres $p_{\mu+1}, q_{\mu+1}, \ldots, f_{\mu+1}$, s'il ne reste pas invarié; en conséquence, l'ensemble des nombres P_μ, Q_μ, ..., croîtra de même en passant à l'ensemble des nombres $P_{\mu+1}$, $Q_{\mu+1}$, ..., s'il change de valeur. Donc la série à droite dans chacune des équations (V) et (VI), qui est composée exclusivement de termes positifs, reçoit un accroissement ou reste invariable chaque fois que l'on passe d'une valeur μ à la valeur, qui est plus grande de l'unité $\mu + 1$, et la série à gauche reçoit une altération correspondante. Enfin reste à gauche le seul terme premier, et l'on trouve à droite, dans le cas du théorème (V), l'équation identique $n = n$; par contre, dans le cas des trois théorèmes (VI), reparaissent les théorèmes

$$F(n) = n + \left[\frac{n}{2}\right] + \left[\frac{n}{3}\right] + \cdots,$$

$$G(n) = n + 2\left[\frac{n}{2}\right] + 3\left[\frac{n}{3}\right] + \cdots,$$

$$D(n) = \Phi(n) + \Phi\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) + \Phi\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) + \cdots,$$

donnés par Dirichlet, dont la réversion a conduit aux théorèmes (II). De cette manière les cycles des théorèmes exposés sont fermés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques au sujet d'une Note de M.* Hugoniot, *sur le développement des fonctions en séries d'autres fonctions.* Note de M. **P. du Bois-Reymond**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« .... Je viens de lire dans les *Comptes rendus* (tome XCV, p. 907, 20 novembre 1882) une Note de M. Hugoniot, où cet auteur est conduit

à ce théorème, que la série $A_0Z_0 + A_1Z_1 + A_2Z_2 + \ldots$ est toujours convergente entre les limites α et β de x, pourvu que l'on ait

$$\int_\alpha^\beta Z_k Z_{k'}\,dx = 0, \quad A_k B_k = \int_\alpha^\beta Z_k \varphi(x)\,dx, \quad B_k = \int^\beta Z_k^2\,dx,$$

$\varphi(x)$ ne devenant pas infinie entre les limites α et β.

» Puisque l'on connaît de nombreux cas de divergence de la série susdite, le théorème en question n'existe pas. L'erreur de raisonnement à laquelle il est dû revient à confondre une valeur quelconque *finie* de l'entier n dans la somme $A_0Z_0 + \ldots + A_nZ_n$ avec *n infini*, erreur qui a déjà été relevée pour ce genre de formules par M. Harnack (*Ann. de Leipzig*, p. 524). »

HYDRODYNAMIQUE. — *L'huile agit-elle sur la houle ou sur le brisant?* Note de M. G. **Van der Mensbrugghe.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 décembre dernier, M. l'amiral Bourgois déclare que les résultats pratiques pouvant découler de l'influence exercée par l'huile sur les vagues de la mer sont l'objet de doutes sérieux, que les dernières expériences de M. Shields n'ont pas complètement dissipés : « car, dit l'auteur, il y a une distinction à établir » entre les deux phénomènes dont la superposition constitue la vague ou » la lame. Aucun des faits récemment cités ne paraît prouver une action » sensible de l'huile répandue à la surface de la mer sur ces ondulations » (celles de la houle), et peut-être eût-il été prudent d'attendre que » l'expérience ait montré la réalité de cette action, avant de chercher à » l'expliquer par le calcul. »

» Comme j'ai proposé récemment une explication théorique de l'influence mystérieuse de l'huile pour calmer l'agitation de la mer, je tiens à remercier M. l'amiral Bourgois de m'avoir fourni l'occasion de préciser une fois de plus celui des deux phénomènes, la *houle* ou le *brisant*, qui subit, selon moi, l'influence en question.

» Ainsi que je l'ai montré par des faits nombreux et incontestables, dans mon Travail lu le 8 août dernier à l'Académie royale de Belgique, le vent produit, dans les couches superficielles de la mer, un mouvement horizontal de translation, lequel, étant suffisamment prolongé, peut se communiquer à des couches de plus en plus profondes et propager au loin des ondulations parfois très prononcées. Voilà pourquoi on constate souvent, à de

grandes distances des parages où a soufflé le vent, des vagues non accompagnées d'un déplacement sensible dans le sens horizontal, vagues constituant la houle.

» L'huile exerce-t-elle une influence sensible sur la houle? Tout me porte à croire qu'elle n'en exerce aucune, si ce n'est dans le voisinage des hauts-fonds, des côtes, partout enfin où les couches superficielles peuvent glisser les unes sur les autres, et dès lors déferler comme les vagues produites directement par l'action du vent. Aussi, dans le travail cité plus haut, n'ai-je appliqué ma théorie qu'à deux cas bien distincts, celui où la surface de la mer, d'abord calme et couverte d'une mince couche d'huile, se trouve ensuite soumise au souffle du vent, et celui où les vagues déferlent. Dans le premier cas, la formation des grosses vagues est rendue impossible par la présence de la mince couche huileuse; quant au second, j'essaye de montrer, par un calcul très simple, que cette couche fait naître une grande résistance à la base du brisant, et oblige ainsi la crête de s'allonger et de s'abattre très rapidement, sans produire les coups de mer parfois terribles.

» Je remercie également M. l'amiral Bourgois, au sujet de la preuve tirée de la phosphorescence des eaux tropicales; seulement, j'attribue le calme relatif des portions phosphorescentes, non pas à une augmentation de cohésion de l'eau, mais simplement à ce que les innombrables animalcules flottants mettent obstacle au glissement des couches superficielles des eaux les unes sur les autres; voilà pourquoi, je pense, on n'observe pas de *brisants* dans ces parages.

» Je termine en déclarant qu'il serait très utile de faire partout des expériences de vérification; assurément le but à atteindre est assez important, puisque la société tout entière est intéressée à la réussite des essais que l'on tentera; si je n'en ai pas fait moi-même, c'est que j'en ai été empêché par la nature et la multiplicité de mes occupations. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Décomposition de l'acide formique par l'effluve.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« On ne sait encore rien de précis sur le mode de décomposition des corps ternaires par l'effluve électrique. J'ai entrepris cette étude, en partant des composés les plus simples de la Chimie organique; je ne rapporterai ici que ce qui est relatif à l'acide formique, dont la décomposition s'effectue sans produire de polymères résineux, si fréquents dans tous les autres cas.

» L'appareil employé se composait d'un tube à effluves de M. Berthelot, contenant 10^{gr} à 15^{gr} d'acide formique monohydraté, et relié par des tubes en plomb, d'une part à la trompe, de l'autre à un manomètre à mercure.

» Aussitôt qu'on met la bobine en marche, après avoir fait le vide dans tout l'appareil, on voit le mercure du manomètre s'abaisser, avec une vitesse peu à peu décroissante. Au début de l'expérience, on voit souvent le mercure s'élever de $0^{m},001$ à $0^{m},002$, ce qui tient à ce que la vapeur d'eau donne avec l'acide formique un hydrate peu volatil, mais bientôt le mercure redescend et d'une façon régulière. Il se produit donc des gaz, pendant l'action de l'effluve sur l'acide formique gazeux. Si l'on fait fonctionner la trompe en même temps que la bobine, on peut, par un réglage convenable du robinet d'écoulement du mercure, maintenir le manomètre à un niveau constant, dont la hauteur peut servir à mesurer la tension des gaz émis pendant la décomposition; ces gaz sont recueillis au fur et à mesure de leur mise en liberté, et, après une demi-heure d'expérience, on en a généralement assez pour pouvoir les soumettre à l'analyse.

» Avec tous les liquides que j'ai essayés jusqu'ici (alcools et acides de la série grasse), on trouve que la composition des gaz varie avec la tension intérieure, c'est-à-dire avec la vitesse d'écoulement du mercure dans la trompe : il me semble rigoureux d'en conclure que les réactions produites par l'effluve sont complexes, et que, aucun phénomène n'étant instantané, les produits de réactions secondaires doivent se rencontrer surtout dans les gaz recueillis à forte pression, alors qu'ils ont séjourné plus longtemps dans l'appareil à effluves.

» Cette disposition permet donc de distinguer les unes des autres les réactions initiales et les réactions secondaires, toujours superposées dans les phénomènes dus aux manifestations électriques. Je ferai remarquer en passant que, dans mes expériences, les fortes pressions n'ont pas dépassé 100^{mm} de mercure; au-dessus de cette valeur, en effet, l'effluve est presque toujours remplacée par des étincelles, dont l'action n'est plus comparable à celle du premier mode de décharge.

» Voici les résultats obtenus dans le cas de l'acide formique :

	Pression des gaz intérieurs				
	2^{mm} à 3^{mm}	10^{mm}	20^{mm}	30^{mm}	100^{mm}
Acide carbonique.....	28,4	30,8	31,7	35,5	38,5
Oxyde de carbone..........	46,3	38,6	35,1	29,6	25,4
Hydrogène................	25,3	30,6	33,2	34,9	36,1

» Peut-être ces gaz sont-ils accompagnés d'une trace de formène et d'éthylène : je soupçonne leur présence par quelques petites perturbations observées à l'analyse eudiométrique ; mais je n'ai pas cru devoir en tenir compte, leur proposition ne dépassant pas 0,5 pour 100 du volume gazeux total.

» On voit que l'oxyde de carbone, abondant quand la pression est très faible, diminue peu à peu ; à sa place, on voit apparaître de l'acide carbonique et de l'hydrogène, à peu près en volumes égaux.

» Il est difficile d'admettre que le seul changement de pression puisse faire varier le mode de décomposition de l'acide formique : par conséquent, nous pouvons conclure de ces faits que la réaction initiale s'effectue suivant la formule $C^2H^2O^4 = 2CO + 2HO$, avec une absorption de chaleur égale à $-3^{cal},1$. L'acide carbonique et l'hydrogène seraient produits par une réaction secondaire, qui s'exerce entre l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau.

» La réaction $CO + HO = CO^2 + H$, qui exprime ce dernier phénomène, est exothermique, tous les corps étant gazeux, mais on sait qu'elle est incapable de s'effectuer à froid, et qu'il faut, pour la provoquer, fournir aux corps en présence un supplément d'énergie qui, dans le cas actuel, est empruntée à l'effluve électrique.

» Je me suis assuré que cette réaction a lieu dès 150°, lorsqu'on fait agir la mousse de platine sur l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau. L'action est complète après 30°.

» J'ai, du reste, vérifié expressément cette conclusion en soumettant, à l'action des effluves, de l'oxyde de carbone humide et assez raréfié (pression $0^m,080$ à $0^m,090$) pour qu'il ne passe pas d'étincelles; voici l'analyse des gaz obtenus, extraits par la trompe d'un tube de M. Berthelot :

	Durée de l'effluve.		
	5 minutes.	1 heure.	3 heures.
Acide carbonique.........	14,3	49,5	48,3
Oxyde de carbone........	71,4	2,9	4,0
Hydrogène..............	14,3	47,6	47,7

» Il s'était formé, en outre, quelques traces de carbures. L'effluve transforme donc rapidement l'oxyde de carbone humide en acide carbonique et hydrogène; mais l'action ne paraît pas être complète, à cause, sans doute, de la décomposition ultérieure de l'acide carbonique produit : il y a une limite, voisine de 3 pour 100 pour l'oxyde de carbone restant.

» Il est à remarquer que ces résultats sont identiques à ceux que M. Berthelot a obtenus en décomposant l'acide formique gazeux, en vase clos, par la chaleur seule, vers 260° : dans ce cas, on observe aussi une production d'oxyde de carbone, accompagnée d'acide carbonique et d'hydrogène, dont la proportion est fonction du temps si la température est supérieure à 250°.

» Dans le vide continu, l'acide formique se décompose encore de la même manière : voici une analyse de gaz recueilli en faisant le vide dans un tube chauffé au-dessous du rouge et parcouru par de la vapeur d'acide formique à faible tension :

Acide carbonique	25,0
Oxyde de carbone...	51,1
Hydrogène	23,9

» Ces nombres sont très voisins de ceux que j'ai obtenus avec l'effluve à basse pression ; on peut donc dire que cette forme particulière d'énergie exerce sur l'acide formique une action analogue à celle de la chaleur. J'espère pouvoir bientôt étendre cette conclusion à d'autres composés du même ordre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« M. D. Konowaloff vient de présenter à l'Académie [1] une Note relative à la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle : il parvient, dans ce travail, à des résultats contradictoires avec ceux que j'ai récemment énoncés [2], et conclut que la densité gazeuse du composé en question est égale à 7,4, ce qui correspond à 4 volumes pour $S^2O^5Cl^2 = 215^{gr}$, conformément à la loi d'Avogadro, tandis que j'ai trouvé cette densité moitié moindre, résultat conforme avec la densité trouvée par M. Rosenstiehl.

» Mes expériences ont été faites en dehors de tout préjugé théorique et entourées de nombreuses vérifications que je demande la permission de rappeler.

» M. Konowaloff pense que j'ai opéré sur un produit impur, souillé par une substance que l'analyse ne révèle pas facilement et qu'il suppose être

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1284.
(2) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 217

le composé S^2O^6, HCl, étudié par Williamson; la composition centésimale de ce produit est en effet très voisine de celle du chlorure de pyrosulfuryle, et sa densité gazeuse serait très faible, si l'on admet que ce composé est dissocié à la température des expériences. Mais, pour expliquer les résultats que j'ai observés, il serait nécessaire que le produit employé renfermât environ les $\frac{3}{4}$ de son poids de cette substance étrangère : c'est ce qui me paraît difficile à admettre, à cause des soins tout spéciaux que j'ai pris précisément pour éviter la présence d'un corps de cette nature. Je ferai remarquer en effet que la présence possible de cette impureté ne m'a pas échappé, ainsi qu'on pourra s'en convaincre en se reportant à une Note précédente (¹), relative aux chaleurs de formation des trois oxychlorures de soufre : on y verra que je me suis arrêté à la préparation du chlorure de pyrosulfuryle par la méthode de Rose (acide sulfurique anhydre et chlorure de soufre), parce que les autres procédés essayés m'avaient donné en effet de notables proportions du corps S^2O^6, HCl, et que j'ai remarqué, comme l'a fait M. Konowaloff, la lenteur de la décomposition par l'eau du chlorure de pyrosulfuryle. D'ailleurs, j'ai trouvé pour la composition centésimale du produit employé :

		Calculé.
Cl...............	32,5	33,0
S...............	29,8	29,7

» Ce sont les chiffres mêmes de M. Konowaloff : le composé S^2O^6HCl exige : Cl = 30,5, S = 27,4.

» Le composé, introduit dans mes ballons à densité de vapeur, ne renfermait donc pas de chlorhydrate S^2O^6HCl en proportion notable, mais on pouvait craindre que sa composition n'eût changé pendant les déterminations; le procédé de V. Meyer, dont s'est servi M. Konowaloff et que j'ai moi-même essayé d'abord, ne fournit aucun contrôle à cet égard : c'est pourquoi j'ai pris soin de répéter un grand nombre d'expériences par la méthode de M. Dumas, méthode qui offre l'avantage de permettre de vérifier l'homogénéité et l'inaltérabilité des produits par l'analyse de la matière restée dans les ballons après refroidissement. J'ai trouvé par exemple, en analysant le produit extrait de l'un de ces ballons : Cl = 32,4 et S = 30,0; redoutant quelque dissociation qui aurait donné lieu à des produits gazeux non condensables, j'ai analysé aussi le contenu total, en ouvrant les ballons sur la potasse; j'ai obtenu les chiffres Cl = 32,5 et S = 29,8.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 85.

» Ces chiffres ne me paraissent laisser place à aucun doute.

» Rappelons encore que les mesures de densité faites sous pression réduite m'ont donné les mêmes chiffres que les mesures faites à la pression ordinaire : or, s'il avait existé dans le produit, comme le suppose M. Konowaloff, un mélange de deux liquides inséparables par distillation à la pression ordinaire, ces liquides se seraient nécessairement séparés par l'ébullition sous pression réduite, d'après les lois connues des tensions de vapeur, et j'aurais dû obtenir des nombres fort différents.

» J'ajoute que la principale cause d'erreur dans les expériences tend à donner des nombres trop forts : en effet, la présence d'une trace d'humidité dans le produit ou dans les ballons donne lieu à un peu d'acide sulfurique qui ne se volatilise pas, et augmente par suite la densité, aussi bien dans le procédé V. Meyer que dans le procédé Dumas.

» En résumé, je crois avoir démontré et je maintiens : 1° que la substance sur laquelle j'ai opéré était bien le chlorure de pyrosulfuryle, et qu'elle ne contenait pas une dose notable, telle que les $\frac{3}{4}$, du composé S^2O^6, HCl ; 2° que le corps pesé dans les ballons à densité offrait la même composition que le produit mis en expérience ; 3° que ce corps n'avait pas été dissocié (voir *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 218).

» J'espère avoir prochainement l'occasion de revenir sur ces intéressantes questions. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un vibrion observé pendant la rougeole.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« Le caractère parasitaire de cette maladie n'a été signalé jusqu'à présent que par M. Tschamer ; cet auteur, qui ne s'est occupé spécialement que de la scarlatine, se borne à annoncer que le micrococcus qu'il a observé dans l'urine se retrouve dans la rougeole et la diphtérie. Il admet qu'il se transforme, par culture, en bacilles et même en moisissures du genre *verticillum* ou *sporotrichum*, et juge inutile de décrire le microphyte primitif ; aussi est-il difficile de profiter des observations qu'il a faites.

» J'ai observé, pendant la rougeole seulement, dans l'urine, l'apparition d'un bâtonnet légèrement courbe, très réfringent, ayant environ 1 μ de diamètre et doué de mouvements très lents. Sa longueur varie considérablement, de sorte qu'on trouve toutes les apparences, depuis celles du vibrion typique jusqu'à celles de bactéries ; néanmoins les articles courts ont une tendance à s'insérer obliquement les uns sur les autres. Les spores ovales sont

presque toujours situées au tiers de la longueur et dans un renflement du protoplasme mort ([1]); comme celui-ci disparaît peu à peu, la spore reste entourée d'une zone de mucilage.

» Dans les cas de rougeole ordinaires, ce vibrion n'apparaît dans l'urine que pendant quelques jours et disparaît presque en même temps que la fièvre et le gonflement. J'ai observé sur un enfant, le second jour de l'éruption, des vibrions et des spores : le protoplasme qui entourait celles-ci a disparu très rapidement; une autre apparition de spores a été constatée le trente-cinquième jour sur une personne adulte; plus tard elle ne s'est pas renouvelée, quoique le vibrion lui-même ait persisté. Le premier fait, s'il se produit régulièrement, pourrait expliquer la facilité de la contagion à ce moment-là.

» L'urine naturelle légèrement acide est un terrain favorable au vibrion; on le rencontre en abondance dans les vases où elle a séjourné, réparti dans la masse du liquide : aussi est-il bon, si l'on veut avoir une idée de l'intensité de la maladie, de l'examiner tout de suite après l'émission.

» Je n'ai pas du reste observé l'apparition de vibrions en dehors des cas de rougeole; leur présence, même dans une urine conservée, peut donc servir à faire suspecter cette maladie. Quand le microphyte est pur ou seulement mélangé de *micrococcus ureæ*, il se développe également bien sur le bouillon et l'extrait Liebig, 2 pour 100; mais il est moins mobile et, dans le Liebig, il prend la forme de massue.

» Une seconde apparition a lieu au moment de la desquamation furfuracée : il est facile d'y reconnaître directement des vibrions. On peut aussi racler la peau avec un couteau flambé et mouillé d'eau stérilisée et ensemencer dans l'urine stérilisée à 110°; après vingt-quatre heures d'exposition dans un thermostat à 35°, on trouve une abondante végétation de vibrions. Dans les mêmes circonstances, une personne bien portante n'a fourni que des bactéries en huit de chiffre; avec le bouillon pur, on obtient ces dernières dans tous les cas. Enfin, dans les cas graves et persistants, le microphyte reparaît dans l'urine et sur la peau pendant des semaines et même des mois.

» J'ai injecté à un cobaye une deuxième culture faite dans un mélange d'urine et de bouillon; l'animal n'a pas été incommodé, mais, le dixième jour, j'ai pu observer dans son urine des vibrions minces et fortement recourbés; ils avaient disparu le douzième jour. Il y avait du reste en outre

---

([1]) Dans le *Vibrio rugula*, ce renflement est à l'extrémité.

un micrococcus (*ureæ?*) provenant probablement de la culture et dont le développement très abondant a dû troubler l'expérience; heureusement on ne peut confondre des organismes aussi différents, et la possibilité de cultiver le vibrion sur un animal est acquise néanmoins. Les observations ont été faites dans deux localités absolument distinctes : il est donc peu probable que le vibrion soit un parasite accessoire.

» J'ai observé des urines de scarlatineux et de diphtériques; les premières renferment une microbactérie en 8, les secondes un micrococcus (*monas* Klebs?), tous deux fort différents du vibrion dont il a été question. Il est presque inutile d'ajouter que je n'ai pas constaté leur transformation en moisissures. Il reste à déterminer le rôle de la formation des spores dans l'évolution de la maladie et à continuer la statistique sur un nombre de cas le plus grand possible; le but de cette Communication est d'attirer l'attention des médecins sur cette apparition que l'on peut observer avec des objectifs secs puissants. Ces études seront continuées [1]. »

GÉOLOGIE. — *Existence du zinc à l'état de diffusion complète dans les terrains dolomitiques.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Dans un Mémoire publié il y a deux ans (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, 1880), j'ai montré que le zinc existe à l'état de diffusion complète, et en quantité sensible, dans toute l'épaisseur de la formation primordiale et dans les terrains sédimentaires qui en dérivent directement. Ce Mémoire étant destiné, avant tout, à démontrer la généralité du fait que j'avais découvert, j'ai dû laisser de côté bien des conséquences; c'est l'une d'elles que je viens examiner aujourd'hui : *la diffusion du zinc dans les terrains dolomitiques.*

» Les chimistes et les géologues savent qu'il n'est pas de question qui ait été plus discutée que celle de l'origine et du mode de formation de la dolomie : à en juger par les théories mises en avant dans les ouvrages les plus récents, il s'en faut que la question se présente comme devant recevoir une solution prochaine. Je n'ai pas l'intention de m'occuper aujourd'hui de l'origine de la dolomie, mais j'ai besoin de formuler la conclusion d'un travail que je rédige en ce moment et que j'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie. Cette conclusion est la suivante : la présence

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

des matières bitumineuses déjà signalées dans quelques dolomies est un fait complètement général ; mais en outre, et c'est là surtout ce qui résulte de mon étude, *les roches dolomitiques contiennent constamment de l'ammoniaque, dans des proportions qui ont quelquefois dépassé 1^{gr} par décimètre cube, c'est-à-dire plus de 1^{kg} par mètre cube de roche.*

» C'est là pour moi une raison de penser, non seulement que les dolomies sont des roches sédimentaires au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire des roches dont tous les éléments sont contemporains, mais qu'elles se sont produites dans des eaux riches en matières organiques, c'est-à-dire dans des golfes presque fermés, ou même dans de véritables estuaires. D'un autre côté, j'ai fait voir, dans mon Mémoire rappelé plus haut, que la concentration du zinc s'effectue encore sous nos yeux, dans les estuaires de la période moderne. En rapprochant de ces deux conclusions, résultant de mes recherches de Chimie géologique, d'autres faits bien connus : 1° la parenté étroite qui existe entre le magnésium et le zinc ; 2° la grande analogie de leurs combinaisons chimiques; 3° l'isomorphisme de leurs sels, il devenait infiniment probable que le zinc devait exister dans les dépôts dolomitiques en quantités sensibles : c'est ce que j'ai cherché. J'ai étudié en France et en Suisse quatre grands horizons : 1° le muschelkalk; 2° les dolomies du trias supérieur, souvent associées au gypse ; 3° l'infralias ; 4° les dolomies jurassiques de l'horizon à *Terebratula moravica*.

» *Muschelkalk.* — Les échantillons ont été recueillis depuis Mouans, sous la ville de Grasse, jusqu'à Marseille (Saint-Jullien). J'ai étudié quarante-deux échantillons. Tous, avec 100^{gr} de roche, m'ont donné le spectre du zinc ; en outre, dans aucun cas, il n'a été nécessaire d'employer tout le liquide dans lequel j'avais concentré le zinc. Un échantillon provenant de Toulon m'a permis de reconnaître très facilement le zinc en partant de 5^{gr} de roche.

» *Trias supérieur.* — Les échantillons ont été recueillis depuis Grasse jusqu'à Rodez, et dans toute l'étendue des Alpes jusqu'à Brigue. J'ai étudié vingt-huit échantillons. La plus grande partie m'a donné du zinc avec des poids de roche variant de 10 à 60^{gr}. La fameuse dolomie de Saxon, sur laquelle je reviendrai à propos de l'iode, s'est montrée exceptionnellement riche en zinc; il en a été de même de la dolomie de Bex.

» *Infralias.* — J'ai recueilli vingt-sept échantillons, depuis Grasse jusqu'à Rodez. Le zinc s'est toujours laissé facilement reconnaître avec 100^{gr} de roche, mais cependant cet horizon est moins riche que les deux précédents.

» *Horizon à Terebratula moravica.* — Les échantillons étudiés, au nombre de quarante-sept, ont été recueillis de Nice à Ganges, et de Nice dans toute la chaîne des Alpes, jusqu'au lac de Wallenstadt. J'ai toujours reconnu le zinc avec 100^{gr} de roches, mais j'ai rencontré de notables variations, qui semblent correspondre à des régions spéciales.

» De ce qui précède, il résulte que le zinc existe à l'état de diffusion

complète dans les quatre grands horizons dolomitiques définis plus haut.

» Sans se préoccuper de l'origine de la dolomie, et en prenant seulement le fait chimique de la diffusion du zinc au sein de ces roches, on arrive à une conséquence importante, relativement à l'origine des minerais de zinc, tels qu'ils existent aujourd'hui. En effet, les minerais de zinc, et particulièrement le *zinc carbonaté,* seul minerai longtemps exploité, sont toujours en relations directes avec des roches dolomitiques. C'est ce qui a lieu en Europe, pour les quatre grands centres de production.

» C'est sur ses pentes (de la chaîne des Mendepp-Hill's), *composées de » conglomérats magnésiens* et de *calcaires de même nature,* que sont situées » les exploitations de calamine » (DUFRESNOY, t. III, p. 125). En Belgique, à la Vieille-Montagne, « la *calamine remplit une dépression dans la dolomie* » (*ibid.*, p. 126). En Silésie, « le *gîte de la calamine,* considéré dans son en» semble, constitue un vaste amas très irrégulier; on le trouve en contact » avec le muschelkalk et recouvert soit *par de la dolomie*,... soit *dans la dolo» mie même*, et s'y ramifiant de diverses manières » (*ibid.*, p. 128). Enfin, au sud de l'Europe, *les mines de zinc de la Sicile* sont également dans des *calcaires magnésiens* que M. Lamormora rapporte au silurien.

» Les citations qui précèdent, rapprochées du fait chimique que je signale dans ce Mémoire, conduisent à cette conclusion, que les minerais de zinc sont contemporains des calcaires dolomitiques qui les renferment; d'un autre côté, si les calcaires dolomitiques du silurien (Sicile), du terrain carbonifère (Belgique), du muschelkalk (Silésie) et d'autres bien plus récents encore, renferment, malgré leur différence prodigieuse d'âge, des minerais de zinc présentant la même composition chimique, la même association et, jusque dans les détails d'ailleurs très compliqués, les mêmes relations avec la roche encaissante, cela tient évidemment à ce que, à des époques très différentes, les mêmes circonstances exceptionnelles se sont reproduites pour certaines sédimentations. Ces circonstances restent à découvrir et à étudier; mais les résultats chimiques consignés dans ce Mémoire montrent que le fait dominant et absolument caractéristique de cette sédimentation exceptionnelle est le dépôt du carbonate de magnésie, ou, d'une manière à la fois plus générale et plus complète, la formation des terrains dolomitiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur le carbonifère marin de la Haute-Alsace; découverte du culm dans la vallée de la Bruche.* Note de MM. **Bleicher** et **M. Mieg**, présentée par M. Hébert.

« Le carbonifère marin de la Haute-Alsace, qui n'était connu jusqu'à présent qu'en trois points isolés, dans le voisinage d'Oberburbach, affleure dans tout le massif qui forme le fond du vallon occupé par ce village. Dans toute cette région, au-dessus des mélaphyres, on reconnaît la coupe suivante, qui peut se suivre parallèlement sur les deux flancs de la vallée :

» 1° Mélaphyres;

» 2° Schistes argileux avec fossiles marins, articles d'Encrines, *Chonetes*, etc.;

» 3° Grauwacke avec *Productus giganteus, P. cora, Conocardium, Philippsia*, pinnules de Fougères, *Cyclopteris* et *Paleopteris?*

» 4° Schistes peu fossilifères;

» 5° Grauwacke métamorphique;

» 6° Argilolithe violacée.

» Les schistes argileux n° 2 de la présente coupe nous ont fourni, avec des *Cyathophyllum* et des fossiles marins, de nombreuses empreintes de Fougères avec des tiges de *Sagenaria;* ils représentent une formation mixte d'origine marine et terrestre. Ces schistes argileux à fossiles marins et à plantes se relient, sans transition, dans le fond de la vallée, avec les grès à végétaux d'Oberburbach.

» Les recherches préliminaires faites dans les gisements, que l'on pourrait appeler *normaux*, d'Oberburbach, nous ont permis d'établir les conditions dans lesquelles il est possible de découvrir le carbonifère marin le long de la chaîne des Vosges. Ces conditions sont les suivantes. Les couches mixtes du carbonifère marin d'Alsace sont en relation intime de superposition avec les mélaphyres. Il suffit donc de chercher dans le voisinage de cette roche et au-dessus d'elle pour en retrouver les traces. C'est en nous servant de ces données que nous avons retrouvé ce terrain au pied de la montée qui mène à la ferme de Kohlschlag, dans le fond de la vallée de Wuerheim, et sur l'arête qui sépare Rimbach-Zell de la vallée de Murbach, sur le chemin qui passe par le Rimbrhoff.

» Le terrain dit de transition de la vallée de la Bruche, dans le nord-est de l'Alsace, n'est pas moins favorable à ce genre de recherches que le culm de la Haute-Alsace.

» La nouvelle ligne de Molsheim-Rothau, par ses nombreuses tranchées, nous a permis d'ajouter quelques faits nouveaux à l'ensemble des renseignements que nous possédons sur ce terrain peu connu et jusqu'ici à peine fossilifère. La première tranchée de la nouvelle ligne, en aval de la gare de Schirmeck, présente, dans des schistes noirs alternant avec une grauwacke grise, des traces évidentes de fossiles végétaux, probablement de *Sagenaria*, qui paraissent identiques à l'espèce du carbonifère mixte d'Oberburbach.

» La seconde tranchée traverse le massif des calcaires noduleux cristallins à Encrines et à Polypiers, connus sous le nom de *marbre de Schirmeck* et rapportés par Élie de Beaumont au dévonien. Ces calcaires marbres sont emballés au milieu de schistes noirs métamorphiques, où il est possible de découvrir des traces de plantes. Un filon de minette (porphyrite micacée) vertical, de $1^{m},50$ d'épaisseur environ, coupe ce massif vers l'extrémité orientale de la tranchée.

» La troisième tranchée, la plus importante de toutes au point de vue de la longueur, traverse une série de bancs de grès métamorphiques compacts, épais, séparés par de minces couches de schistes. Le prolongement continue à être à peu près E., comme dans les tranches précédentes, mais sous un angle moins grand. L'ensemble des couches a une allure régulière qui est rompue vers l'extrémité Est de la tranchée par un filon vertical de minette d'environ $0^{m},88$ d'épaisseur, pour reprendre plus loin.

» En aval de ces gisements, à environ 600^{m} du village de Visch, sur les bords de la route, une fouille récente faite dans les vignes nous a donné des renseignements plus complets sur la nature de ces terrains.

» L'affleurement, quoique très limité, permet d'y constater la présence de deux bancs puissants de grauwacke grise, grenue, micacée, avec nodules d'aphanite, alternant avec des bancs minces de schistes noirs, métamorphiques, le tout très redressé et plongeant E. Le banc de grauwacke le plus rapproché du village, qui forme le toit de la fouille, est riche en débris végétaux de grande taille appartenant au *Knorria imbricata*, qui n'est, selon M. Grand'Eury, que l'axe ligneux d'un *Sagenaria*, et au *Bornia* (*Calamites*) *radiata*, et peut-être à une Fougère du genre *Cyclopteris*.

» En résumé, le terrain carbonifère ancien d'Alsace apparaît actuellement comme un ensemble de couches d'une épaisseur considérable, pénétré ou non de roches éruptives, mélaphyres, porphyres, minettes. Aux mélaphyres sont associés des schistes et des grauwackes à fossiles marins et terrestres.

» Les porphyres apparaissent plus tard; la minette paraît les remplacer

dans le Nord-Est de la chaîne. La base de ce terrain carbonifère ainsi compris est pénétrée de filonnets métallifères.

» Au point de vue paléontologique, comme au point de vue minéralogique, il peut se subdiviser en deux séries : une série inférieure aux porphyres, qui ne contient en général ni grès, ni poudingues, et qui se caractérise par une faune marine appartenant aux horizons les plus élevés du carbonifère marin ; une série supérieure aux porphyres, riche en poudingues, en grès métamorphiques, en grauwackes, moins riche en schistes, ne contenant plus aucune trace de fossiles marins, mais des plantes nombreuses de la flore du *culm*. Le lien qui réunit ces deux séries est la flore qui leur est en partie commune. Les *Sagenaria*, *S. Weltheimiana*, se rencontrent dès la base du carbonifère marin, et remontent jusqu'au grès à pavés d'Oberburbach avec le *Cyclopteris Collombiana*. Le terrain dit de transition de la vallée de la Bruche a la même composition minéralogique que le carbonifère ancien de la Haute-Alsace, et contient un certain nombre de plantes de la flore du culm. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la propriété excitante de l'avoine.*
Note de M. A. Sanson, présentée par M. Bouley.

« L'Académie voudra bien me permettre de lui communiquer les conclusions d'un Mémoire qui sera publié prochainement, sur des recherches expérimentales exécutées à l'École de Grignon, en vue de résoudre la question de savoir si l'avoine possède ou non la propriété excitante que l'observation pure lui a fait attribuer et qui lui a été contestée. Dans ces recherches, l'excitabilité neuro-musculaire du cheval, sur laquelle devait agir le principe excitant, au cas où il existerait, a été explorée à l'aide du courant gradué de l'appareil de du Bois-Raymond, avant et après l'ingestion d'une quantité déterminée d'avoine, ou de ce principe même, qui a pu être isolé. De la sorte, j'ai été conduit, par des expériences comparatives nombreuses et répétées, à constater une série de faits qui se résument dans les propositions suivantes, formant les conclusions de mon Mémoire.

» 1. Le péricarpe du fruit de l'avoine contient une substance soluble dans l'alcool, qui jouit de la propriété d'exciter les cellules motrices du système nerveux.

» 2. Cette substance, dont l'existence avait été soupçonnée par les uns, contestée par les autres, n'est point le principe odorant de la vanille, ou vanilline, comme l'avaient pensé les premiers; elle n'a même avec celle-ci

aucune analogie. C'est une matière azotée, qui semble appartenir au groupe des alcaloïdes. Incristallisable, elle a une constitution physique finement granuleuse, de couleur brune en masse, communiquant à l'alcool, en solution étendue, une teinte ambrée. Sa composition paraît correspondre, sauf vérification, à la formule $C^{56}H^{24}AzO^{18}$. On pourrait la nommer *avénine*.

» 3. Toutes les variétés de l'avoine cultivée paraissent aptes à élaborer la substance ainsi définie par sa propriété physiologique; mais il est certain qu'elles possèdent cette aptitude à des degrés très différents.

» 4. Les différences ne sont point qualitatives, mais seulement quantitatives : la substance élaborée est identique dans toutes les variétés.

» 5. Ces différences ne dépendent pas seulement de la variété de la plante, elles dépendent aussi du lieu où celle-ci a été cultivée.

» 6. Les avoines de variété blanche contiennent moins de principe excitant que celles de variété noire; mais, pour certaines des premières, notamment pour celle cultivée en Suède, la différence est minime; elle est au contraire considérable pour les autres, notamment pour celles cultivées en Russie.

» 7. Au-dessous de la proportion de 0,9 de principe excitant pour 100 d'avoine séchée à l'air, la dose est insuffisante pour mettre en jeu sûrement l'excitabilité neuro-musculaire du cheval; à partir de cette proportion, l'action excitante est certaine.

» 8. On ne peut attribuer ou refuser avec certitude à l'avoine la propriété excitante, d'après sa variété de couleur, attendu que certaines blanches la possèdent sûrement et que certaines noires en peuvent être dépourvues.

» 9. Le dosage du principe excitant, en prenant pour critérium la proportion indiquée, donnera donc seul une base certaine aux appréciations; toutefois il y a de fortes probabilités pour que les avoines blanches, d'une provenance quelconque, soient moins excitantes que les noires ou ne le soient pas du tout.

» 10. L'aplatissement du grain d'avoine ou sa mouture affaiblit considérablement sa propriété excitante, en altérant, selon toutes probabilités, la substance à laquelle cette propriété est due; l'action excitante est plus prompte, mais beaucoup moins forte et moins durable.

» 11. Cette action, immédiate et plus intense avec le principe isolé, se fait attendre quelques minutes avec l'avoine entière; dans les deux cas, elle va se renforçant jusqu'à un certain moment, puis s'affaiblit et se dissipe ensuite.

» 12. La durée totale de l'effet d'excitation ou d'accroissement de l'excitabilité neuro-musculaire a toujours paru, dans les expériences, être d'environ une heure par kilogramme d'avoine ingérée.

» Les faits qui viennent d'être exposés entraînent, pour la pratique de l'alimentation des moteurs animés qui doivent travailler en mode de vitesse, des conséquences d'une grande importance, dont l'indication ne serait pas à sa place ici. La mesure de cette importance peut du reste être donnée par les nombreuses controverses dont le sujet avait été l'occasion et par le nombre des tentatives infructueuses faites pour résoudre scientifiquement la question posée par ces controverses mêmes. »

M. P. Bianchi adresse, de Saintes, une Note relative à diverses modifications introduites par lui dans la pile de Daniell.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1883.

Annuaire pour l'an 1883, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-18.

Traité de jurisprudence commerciale et de Médecine légale vétérinaires; par M. V. Galtier. Paris, Asselin et Cie, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Mémoires de la Société centrale de Médecine vétérinaire; t. XI et XII. Paris, Asselin et Cie, 1882; 2 vol. in-8°.

Journal du ciel; par M. J. Vinot; 18e année, 1882. Paris, cour de Rohan, 1883; in-8°.

Madeira spectroscopic being a revision of 21 *places in the red half of the solar visible spectrum with a Rutherfurd diffraction grating at Madeira* (*Lat.* = 32°38′ *N., Long.* = 1h 8m *W.*) *during the summer of* 1881; *by* C. Piazzi Smith. Edinburgh, Edina Works, 1882; in-4° oblong relié.

Hand list of Mollusca in the indian Museum Calcutta; by Geoffroy Nevill;

Part I : *Gastropoda. Catalogue of Mammalia in the indian Museum; by* John Anderson. Calcutta, 1878-1881; 2 vol. in-8° reliés.

ERRATA.

(Tome XCV, séance du 26 décembre 1882.)

Page 1323, ligne 9, *au lieu de :* l'enseignement de la Mécanique pratique, à, *lisez* l'enseignement de la Mécanique, pratiqué à.

Page 1324, ligne 2, *au lieu de* — *lisez* =.